BILAN ALIMENTAIRE EN PRODUCTION PORCINE

GUIDE TECHNIQUE // MARS 2006





Quantités ingérées – Quantités retenues = Quantités rejetées

Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

CDAQ
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec
Canada

Fédération des producteurs de porcs du Québec

Partenariat

La Fédération des producteurs de porcs du Québec a mandaté l'Institut de technologie agroalimentaire pour coordonner l'élaboration de ce guide technique et d'une formation sur mesure destinés aux conseillers œuvrant dans le secteur de la production porcine.

Financement

Les organismes suivants ont contribué au financement de ce projet :

- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec
- Fédération des producteurs de porcs du Québec
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

Remerciements

Nous désirons remercier le Centre de développement du porc du Québec de nous avoir fourni les résultats des compilations de données permettant de déterminer les indicateurs de performance qui situent la productivité des élevages.

Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la préparation et à la réalisation du guide et du programme de formation.

Équipe de travail

COORDINATION DU PROJET

RAYMOND LEBLANC // agronome et conseiller en agroenvironnement, Fédération des producteurs de porcs du Québec

RICHARD SAMSON ET JOHANNE HÉBERT // agronomes et conseillers en formation, Institut de technologie agroalimentaire, campus Saint-Hyacinthe

Rédaction

GHISLAINE ROCH // agronome et consultante en nutrition animale

LUCIE MALTAIS // agronome et consultante en agroenvironnement, Association de gestion des engrais organiques du bassin de la rivière Yamaska

Révision des textes

CHARLES BACHAND // agronome, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

RICHARD BEAULIEU // agronome, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

ROBERT FILLION // agronome, Centre de développement du porc du Québec

RAYMOND LEBLANC // agronome, Fédération des producteurs de porcs du Québec

RÉMI PETTIGREW // agronome, La Coop fédérée de Québec

SERGE PROULX // agronome, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

VÉRONIQUE SAMSON // agronome, Club de fertilisation de la Beauce

Correction linguistique

MARIE DUQUETTE-TITTLEY

Graphisme

GROUPE CHAREST INC.

AVANT-PROPOS

Le bilan alimentaire en production porcine

La méthode du bilan alimentaire consiste à calculer la différence entre les éléments nutritifs apportés par la ration (moulée) et ceux que les animaux retiennent pour leur croissance et leur production de chair. Cette différence constitue les éléments rejetés dans les déjections animales. Le bilan alimentaire se résume à l'équation suivante :

Quantités ingérées [1] – Quantités retenues = Quantités rejetées

Ce calcul permet d'estimer, entre autres, les rejets d'azote et de phosphore d'un lieu d'élevage porcin. La comparaison de son bilan avec des données standardisées fournit à l'éleveur l'occasion de se donner des objectifs d'amélioration. S'il est performant, il peut diminuer les superficies requises pour l'épandage des engrais ; s'il ne respecte pas les normes de fertilisation, il se doit de réviser sa stratégie alimentaire ou de corriger sa régie d'élevage. Le bilan est donc également un moyen d'évaluer l'efficacité de la régie.

Au Québec, à partir des années 1970, on a assisté à la spécialisation des entreprises agricoles et à l'implantation de différents modèles de production. La spécialisation des entreprises et leur concentration sur certains territoires ont eu pour effet de produire des effluents d'élevage dont la charge fertilisante a dépassé la capacité d'absorption par les cultures. En conséquence, la richesse et la saturation des sols en phosphore ont augmenté. Cette saturation élevée en phosphore a entraîné un accroissement des pertes de cet élément, qui est l'une des causes de la dégradation de la qualité de l'eau de surface. Le bilan alimentaire d'un élevage est un outil dont les conseillers et les producteurs disposent pour affiner le diagnostic de la situation de l'entreprise et les recommandations visant, entre autres, à limiter à la source les rejets de phosphore.

La réalisation du bilan alimentaire est un acte réservé aux agronomes en vertu de la Loi sur les agronomes (article 24). Cependant, un technologue agricole peut le faire sous la supervision d'un agronome. Ce dernier s'assurera de la rigueur de la démarche, de l'analyse des données et des recommandations.

L'élaboration du bilan alimentaire comprend les étapes suivantes : la prise de données, les calculs permettant d'obtenir les performances de l'élevage, l'évaluation de son efficacité et la validation des charges d'azote et de phosphore.

La prise de données en production porcine est un élément critique pour s'assurer de la validité des résultats. C'est pourquoi ce guide présente d'abord les caractéristiques de l'élevage porcin et de l'alimentation des porcs dans le chapitre 1. Ce sont ces données qui permettent par la suite de faire les calculs. Même s'il existe des logiciels de bilan alimentaire, la compréhension des équations utilisées permet de prévenir des erreurs potentielles lors du traitement des données. Ces équations et calculs sont décrits dans le chapitre 2. Le chapitre 3 porte sur les indicateurs de performance de l'élevage, critères utiles à l'établissement d'un diagnostic et à la formulation de recommandations pour améliorer la régie d'élevage. Ceux-ci permettent d'évaluer la situation de l'élevage et de valider les données utilisées. Finalement, le chapitre 4 fait le lien entre les résultats de la charge de phosphore obtenue dans le bilan alimentaire et le contexte environnemental dans lequel évoluent les entreprises porcines.

Une formation sur mesure de courte durée a été développée parallèlement à la réalisation de ce guide technique. Elle est destinée aux conseillers en productions animale et végétale qui doivent collaborer pour soutenir le producteur dans ses efforts pour satisfaire aux exigences agroenvironnementales. Cette formation vise donc à rendre les conseillers aptes à réaliser le bilan alimentaire d'une entreprise porcine et à les familiariser, selon le cas, avec la régie d'un élevage porcin et le contexte et l'environnement de la production.

[1] *Dans ce guide, les quantités ingérées correspondent aux quantités servies d'éléments nutritifs provenant des moulées. Les pertes d'aliments au bâtiment sont comprises dans cette équation.*

DONNÉES UTILES AU BILAN ALIMENTAIRE

Chapitre 1

Table des matières

Liste des tableaux

1 INFORMATIONS NÉCESSAIRES À LA RÉALISATION DU BILAN ALIMENTAIRE

Les principales données à consigner sont celles liées à la quantité de chair produite, à la variation dans l'inventaire des animaux et aux aliments consommés en cours d'année. Pour les élevages en rotation ou pour les entreprises ayant les trois ateliers de production (maternité, pouponnière, engraissement), la prise de données reste la principale source de difficultés sur le terrain. Il faut donc être très attentif à la collecte des données si on veut obtenir des résultats représentatifs de la réalité.

Les inventaires de moulées servent à établir les quantités d'azote et de phosphore ingérés par l'élevage et les inventaires du cheptel servent à établir les quantités de nutriments retenus et exportés.

1.1 Quantités de nutriments retenus et exportés

Les quantités (kg) d'azote et de phosphore retenus et exportés dépendent du nombre d'animaux présents dans l'entreprise durant une période donnée. On doit évaluer le gain de poids par entreprise ou par site à compter d'une certaine date pour une période d'un an .

Les difficultés rencontrées sur le terrain pour faire cette évaluation sont liées à l'absence de registres, à la diversité des modes de production et aux problèmes de concordance des dates d'épandage et d'entrée/sortie des animaux. Couramment, il faut mettre en place des outils d'inventaire et les suivre pendant au moins une année. Si ces outils existent déjà, l'estimation du poids du cheptel en début et en fin de période de collecte des données doit être faite soigneusement. Des connaissances de base de l'élevage porcin et de son alimentation sont donc nécessaires pour réaliser une prise de données adéquate.

1.1.1 Types d'élevages (maternité, pouponnière, engraissement)

La production porcine au Québec se divise en quatre types d'entreprises, soit la maternité (naisseur), la pouponnière, la maternité et engraissement (naisseur-finisseur), et l'engraissement (finisseur).

MATERNITÉ (NAISSEUR)

La maternité est un élevage spécialisé dans la production de porcelets sevrés (4 à 7,5 kg) ou de porcelets plus lourds (20 à 35 kg). Dans le premier cas, l'entreprise effectue les activités de reproduction (gestation) et de mise-bas jusqu'au sevrage des porcelets, lequel peut survenir entre 14 et 24 jours d'âge. Ce type de production est apparu par suite de la division de la production en trois sites. On trouve généralement un nombre important de reproducteurs au sein de ces élevages (plus de 500 truies par élevage). Ce type d'élevage pratique généralement le sevrage précoce entre 14 et 19 jours d'âge.

Le naisseur traditionnel qui produit des porcelets plus lourds a, en plus des activités de reproduction et de mise-bas, une pouponnière qui reçoit les porcelets sevrés pour une période de quatre à huit semaines. Cette activité peut être exercée dans le même bâtiment où sont les reproducteurs, dans des chambres séparées ou dans un bâtiment différent. Le poids des porcelets à la sortie varie entre 20 et 35 kg. La pouponnière est conduite généralement en tout-plein tout-vide (TPTV) par chambre. Le naisseur traditionnel pratique soit le sevrage précoce (14 à 19 jours), soit le sevrage à plus de 19 jours d'âge (généralement à 21 ou 24 jours).

Le faible niveau d'immunité des porcelets entre 21 et 30 jours d'âge augmente le risque de développement de maladies compromettant le statut sanitaire global, la productivité et la rentabilité de l'entreprise. Les problèmes sanitaires qui sont apparus ces dernières années dans les élevages porcins favorisent la production des porcelets sevrés dans des bâtiments différents de ceux des reproducteurs.

POUPONNIÈRE

Cette nouvelle catégorie d'entreprise se spécialise dans l'élevage des porcelets issus des maternités en sevrage précoce. Le producteur reçoit généralement des porcelets de 14 à 19 jours d'âge, dont le poids varie entre 4 et 7,5 kg, et les élève pour une période de quatre à huit semaines. Dans ces bâtiments, les soins sont adaptés à cette catégorie d'animaux afin de maximiser leur croissance et leur statut sanitaire. Le poids des porcelets à la sortie varie en moyenne entre 20 et 35 kg.

MATERNITÉ ET ENGRAISSEMENT (NAISSEUR-FINISSEUR)

En plus de faire de la production de porcelets à partir de la maternité, ce type d'entreprise engraisse les porcs jusqu'au poids d'abattage de 105 à 115 kg. Le naisseur-finisseur possède des installations de maternité (gestation et mise-bas), de pouponnière (sevrage des porcelets de 4 à 35 kg avec une moyenne de 25 kg) et d'engraissement (croissance des porcs de plus de 25 kg) qui peuvent être dans des bâtiments communs ou séparés. Au Québec, cet éleveur a généralement deux types de bâtiments, soit une maternité intégrant la pouponnière et un bâtiment d'engraissement qui reçoit les porcelets à la sortie de la pouponnière. Les lots en engraissement peuvent être conduits en rotation ou en TPTV par section ou par bâtiment.

Pour des raisons sanitaires, on recommande aussi d'effectuer les diverses étapes de la production dans des bâtiments séparés sur un même site ou sur des sites différents.

ENGRAISSEMENT (FINISSEUR)

Le finisseur reçoit généralement des porcelets à la sortie de la pouponnière d'un naisseur traditionnel ou d'une pouponnière hors site, à un poids variant entre 20 et 35 kg (moyenne de 25 kg). Le finisseur prend en charge les porcs pour la croissance jusqu'au poids de 105 à 115 kg. Les lots en engraissement peuvent être conduits en rotation ou en TPTV par section ou par bâtiment.

Pour des raisons sanitaires, on recommande aussi d'effectuer les diverses étapes de la production dans des bâtiments séparés sur un même site ou sur différents sites.

1.1.2 Modes d'élevage

Selon le mode d'élevage (rotation ou TPTV), il faut s'assurer que la prise de données est représentative. Pour ce faire, il faudra compiler des données sur une période suffisamment longue pour permettre d'établir un portrait réel de la situation d'une entreprise. Généralement, le bilan alimentaire est réalisé sur une base annuelle. Selon le type d'élevage, la collecte des données s'effectuera de la façon suivante :

- pour les maternités, la collecte des données se fait sur une période d'un an, en débutant idéalement avec la vidange de la fosse à lisier;
- pour les pouponnières, il est recommandé de compiler les données d'au moins quatre lots consécutifs par bâtiment. Étant donné qu'un lot a une durée variant entre quatre et huit semaines, nous obtiendrons donc des données pour 20 à 40 semaines de présence. Si la durée des lots est courte (quatre à cinq semaines), il est recommandé de compiler au moins six lots afin de couvrir une période plus longue qui sera plus représentative;
- pour les engraissements, il est recommandé de compiler les données d'au moins trois lots consécutifs par bâtiment. Étant donné qu'un lot a une durée variant entre 14 et 18 semaines, on obtiendra donc des données pour près d'une année de présence.

1.1.3 Nombre de porcs présents et gain de poids produit

La méthode du bilan alimentaire permet d'estimer les rejets d'un élevage en effectuant le calcul des quantités d'azote et de phosphore rejetés par les animaux présents dans un élevage au cours d'une période donnée. Cette méthode de calcul a l'avantage d'être sensible à toutes les variations de régie, de méthodes d'alimentation et de pratiques d'élevage qui se produisent dans l'entreprise.

Il est donc important de tenir compte des porcs présents dans l'élevage et des porcs produits. Ces deux notions permettent de calculer le gain de poids produit, exprimé généralement en kg.

Les porcs présents sont ceux qui sont dans les bâtiments à un moment donné. Par des méthodes de prise d'inventaire, il est possible d'attribuer une valeur de gain de poids à ces porcs encore dans l'élevage.

Les porcs produits sont ceux qui ont quitté l'élevage. Il peut s'agir de porcelets sevrés, de porcelets sortant d'une pouponnière, de porcs expédiés à l'abattoir, de jeunes reproducteurs ou de truies réformées. Généralement, le poids de ces animaux est connu, mais il faut parfois l'estimer.

La notion d'inventaire devient donc primordiale afin d'évaluer avec précision le gain de poids produit durant une période donnée.

1.1.4 Gestion de l'inventaire des porcs

Une gestion serrée des inventaires permet de déterminer avec précision, pour une période donnée, le gain de poids produit. Selon le type d'activité (maternité, pouponnière ou engraissement), la durée d'un cycle peut varier.

Pour la maternité ou les reproducteurs en général, la durée d'un cycle de production devrait être d'un an au minimum pour obtenir des résultats représentatifs.

Pour la pouponnière et l'engraissement, la gestion s'effectue généralement par lots pouvant varier entre 4 et 8 semaines en pouponnière et 14 et 18 semaines pour l'engraissement.

Il existe plusieurs registres de prise d'inventaire pour les divers types d'élevages. On utilise des logiciels de gestion de base de données (Siga-porc, Pig-champs, Winporc, etc.) ou bien les équipes techniques de suivi des élevages offrent des formulaires permettant de tenir un inventaire des porcs présents dans les élevages. Les tableaux 1.1, 1.2 et 1.3 sont des exemples de registres d'inventaire qu'on peut trouver dans les entreprises.

Tableau 1.1
EXEMPLE DE REGISTRE D'INVENTAIRE DES COCHETTES[1] ET JEUNES REPRODUCTEURS

NOM DE LA FERME :			PÉRIODE :		
DATE	NOMBRE D'ENTRÉES	NOMBRE DE SORTIES	MORT	COCHETTE SORTIE	POIDS RÉEL OU ESTIMÉ
TOTAL					

1 : Femelles de remplacement.

Tableau 1.2

FEUILLE DE SUIVI DE MISE-BAS

FERME : **MOIS :**

REGISTRE DE MISES-BAS ET SEVRAGE

	MISE-BAS									MORTALITÉ NAISSANCE – SEVRAGE																SEVRAGE				
	DATE		PORCELET							NOMBRE DE JOURS POST-PARTUM																DATE		PORCELET		POIDS
TRUIE Nb	JOUR	MOIS	NÉ VIVANT Nb	Poids	MORT-NÉ Nb	MOMIFIÉ Nb	MORT-NÉ ET MOMIFIÉ Poids	ADOPTÉ	RETIRÉ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14+	JOUR	MOIS	NOMBRE	POIDS	PORTÉE

CAUSES DE MORTALITÉ DU PORCELET :

A FAIBLE		**D** DIARRHÉE		**G** ARTHRITE		**J** ÉJARÉ		**M** AUTRES
B ÉCRASÉ		**E** CANNIBALISME		**H** GASTRO		**K** TREMBLEUR		
C AGALACTIE		**F** INFIRME		**I** ACCIDENT		**L** RADET		

Tableau 1.3

FICHE DE SUIVI EN POUPONNIÈRE ET EN ENGRAISSEMENT

FERME

FICHE DE POUPONNIÈRE

Date de naissance :

DATE DE SEVRAGE :

INVENTAIRE

DATE D'ENTRÉE	PORCELET ENTRÉ		MORTALITÉ	PORCELET EXPÉDIÉ		INVENTAIRE À CE JOUR
	Nb	Poids		Nb	Poids	

Remarques :

FERME

FICHE D'ENGRAISSEMENT

Date de naissance :

DATE DE SEVRAGE :

INVENTAIRE

DATE D'ENTRÉE	PORCELET ENTRÉ		MORTALITÉ	PORC EXPÉDIÉ		INVENTAIRE À CE JOUR
	Nb	Poids		Nb	Poids	

Remarques :

1.1.5 Estimation du poids du cheptel en inventaire

Lors de la prise d'inventaire, il faut déterminer le poids des porcs présents dans le bâtiment. Comme il est impossible de peser l'ensemble des animaux, on estime le poids des porcs présents à l'aide de courbes de croissance. Ainsi, avec les registres d'entrée des porcs indiquant le nombre et le poids initial ainsi que les dates de présence, il est possible d'estimer avec une assez bonne précision le poids réel des porcs lors de la prise d'inventaire. Voici un exemple de courbe de croissance.

Tableau 1.4
COURBE DE CROISSANCE DES PORCS EN CONDITION NON LIMITATIVE DU MILIEU ET EN NEUTRALITÉ THERMIQUE

SEMAINE	JOUR	POIDS VIF DES PORCS (KG)	GAIN MOYEN QUOTIDIEN (KG)
0	0	1,40	
1	7	3,00	0,22
2	14	4,58	0,23
3	21	5,73	0,20
4	28	7,53	0,30
5	35	10,21	0,45
6	42	13,68	0,53
7	49	17,67	0,60
8	56	22,09	0,65
9	63	26,71	0,65
10	70	31,51	0,71
11	77	36,76	0,78
12	84	42,45	0,84
13	91	48,50	0,88
14	98	54,82	0,92
15	105	61,32	0,94
16	112	67,91	0,95
17	119	74,52	0,94
18	126	81,07	0,93
19	133	87,49	0,91
20	140	93,74	0,88
21	147	99,77	0,85
22	154	105,55	0,81
23	161	111,05	0,77
24	168	116,25	0,72

Source : Guide de production Génétiporc, Génétiporc inc., *1re édition, 1997.*

1.2 Quantités de nutriments ingérés

Les quantités de nutriments ingérés dépendent essentiellement des moulées. À ce chapitre, il faut s'assurer que les quantités de chacune des moulées consommées dans l'entreprise soient notées dans un registre. Ce registre peut contenir la date de livraison, le type de moulée, la quantité livrée et le contenu en protéine brute et en phosphore.

Dans le cas de moulées complètes, les étiquettes des moulées consommées à la ferme peuvent être utilisées afin d'établir la quantité de protéine brute (azote) et de phosphore consommés.

Dans le cas où il y a fabrication des moulées à la ferme, il faut tenir un registre des ingrédients achetés et des moulées fabriquées. Le tableau 1.7 présente un modèle de registre. De plus, il faut établir le contenu en protéine brute et en phosphore de chacune des moulées fabriquées. On utilisera ou bien l'analyse des matières premières si elle est disponible au sein de l'entreprise ou bien des tables de référence pour établir le contenu en nutriments des moulées.

Les teneurs en protéine et en phosphore obtenues lors d'un contrôle de qualité des différentes moulées produites peuvent être avantageusement utilisées pour plus de précision.

1.2.1 Types de moulées

Pour chaque type d'élevage (maternité, pouponnière, engraissement), on utilise une ou plusieurs moulées. Ces moulées ont été conçues pour satisfaire les besoins physiologiques des porcs à un stade donné. Le tableau 1.5 décrit le nombre et les sortes de moulées pouvant être servies à chaque phase de production.

En maternité, les moulées de gestation et de lactation sont courantes. Un troisième aliment, la moulée de mise-bas, est parfois utilisé dans les grandes maternités (plus de 500 truies).

En pouponnière, on applique divers programmes alimentaires pour la croissance des porcelets de 4 à 25 kg. En général, les moulées phase 1, 2 et 3 sont toujours utilisées. Dans le cas des pouponnières en sevrage précoce, une première moulée « Segregated early weaning » (SEW) vient s'ajouter au démarrage afin de mieux répondre aux besoins des jeunes porcelets pesant moins de 6 kg.

En engraissement, le programme alimentaire le plus répandu comporte généralement trois moulées, soit la moulée début, la moulée croissance et la moulée finition. Dans certains élevages, on peut servir quatre ou cinq moulées. C'est alors qu'une moulée début 2 et une moulée croissance 2 s'ajoutent aux trois premières.

Tableau 1.5
MOULÉES UTILISÉES SELON LE TYPE D'ÉLEVAGE

PHASE DE PRODUCTION	NOMBRE DE MOULÉES	NOM DES MOULÉES (% DE PROTÉINE BRUTE)
MATERNITÉ	2 À 3	GESTATION (12,5 À 14,5 %) MISE-BAS (14 À 16 %) LACTATION (16,5 À 18,5 %)
POUPONNIÈRE	2 À 4	SEW (23 À 24 %) PHASE 1 (21,5 À 22,5 %) PHASE 2 (20,5 À 21,5 %) PHASE 3 (19 À 20 %)
ENGRAISSEMENT	3 À 5	DÉBUT 1 (18 À 19 %) DÉBUT 2 (17 À 18 %) CROISSANCE 1 (16 À 17 %) CROISSANCE 2 (15 À 16 %) FINITION (13,5 À 15 %)

Les aliments consommés peuvent être fabriqués par une meunerie (moulées commerciales) ou à la ferme. Dans le cas des moulées commerciales, une étiquette (tableau 1.6) doit accompagner le bon de livraison. Cette étiquette indique la composition ou la teneur en nutriments. Les principaux nutriments qui doivent figurer sur les étiquettes sont la protéine brute minimum, le gras minimum, la fibre brute maximum, le calcium, le phosphore total, le sodium, le sélénium et les vitamines A, D3 et E. Il est fortement recommandé d'établir un registre des moulées achetées pour connaître les modifications dans la composition de ces dernières au cours de la période visée par le bilan alimentaire.

TABLEAU 1.6
EXEMPLE D'ÉTIQUETTE DE MOULÉE COMMERCIALE

FINITION PORC 14,5 %

Cet aliment a été additionné de 0,3 mg/kg de sélénium.

ANALYSE GARANTIE

PROTÉINE BRUTE	MIN. :	14,5 %
MATIÈRE GRASSE BRUTE	MIN. :	3,5 %
FIBRE BRUTE	MAX. :	5,5 %
SODIUM (NA)	RÉEL :	0,18 %
CALCIUM (CA)	RÉEL :	0,75 %
PHOSPHORE (P)	RÉEL :	0,50 %
MANGANÈSE (MN)	RÉEL :	100 MG/KG
FER (FE)	RÉEL :	190 MG/KG
CUIVRE (CU)	RÉEL :	125 MG/KG
ZINC (ZN)	RÉEL :	110 MG/KG
COBALT (CO)	RÉEL :	0,40 MG/KG
IODE (I)	RÉEL :	0,80 MG/KG
VITAMINE A STABILISÉE	MIN :	6 500 U.I./KG
VITAMINE D3 STABILISÉE	MIN :	1 000 U.I./KG
VITAMINE E STABILISÉE	MIN :	40 U.I./KG

La liste des ingrédients de cet aliment peut être obtenue du fabricant ou du titulaire de l'enregistrement.

MODE D'EMPLOI

Utiliser selon les recommandations du fabricant.

MISE EN GARDE

Ne pas nourrir les bovins, les ovins, les chevreuils ni d'autres ruminants avec ce produit.

PRÉCAUTION

Suivre rigoureusement le mode d'emploi. 05/2004

Dans le cas où la moulée est fabriquée à la ferme, il faut en établir la composition. Pour ce faire, on doit utiliser les formulations en place et déterminer sa teneur en nutriments. Cela se fait à l'aide d'une table d'analyse des ingrédients si l'entreprise ne possède pas cette information (tableaux 1.8 et 1.9). Il est parfois nécessaire d'établir un registre de fabrication des moulées afin de vérifier les modifications dans les recettes au cours de l'année.

Tableau 1.7
MODÈLE DE REGISTRE DE FABRICATION DES MOULÉES

FERME PORCINET ST-IMAGINAIRE	FORMULATION DE MOULÉE		MOULÉE FABRIQUÉE	
NOM DES MOULÉES	GESTATION	LACTATION	GESTATION	LACTATION
INGRÉDIENT (KG)	**2004-11-12**	**2004-11-12**	**2004-11-15**	**2004-11-22**
MAÏS	597	509,35	597	515
ÉCALES DE SOYA	100	45	100	50
GRU	200	–	200	–
BISCUIT	–	200	–	200
TOURTEAU DE SOYA (48 %)	70	215	70	215
PIERRE À CHAUX	15,0	14,5	15,5	14,7
PHOSPHATE BI-CALCIQUE	7,5	9	7,5	9
SEL	6	–	6,5	–
MICRO-TRUIE PHYTASE	3	3	3	3
LYSINE HCL	0,5	2,25	0,6	2,2
MÉTHIONINE 98 %	–	0,4	–	0,5
THRÉONINE 98 %	–	0,5	–	0,5
CHOLINE 60 %	1	1	1,01	1
TOTAL (KG)	**1 000**	**1 000**	**1 001,11**	**1 010,9**
ANALYSE GARANTIE				
PROTÉINE BRUTE (%)	13,05	17,2		
PHOSPHORE RÉEL (%)	0,57	0,55		

Il est recommandé, autant pour les moulées commerciales que pour les moulées fabriquées à la ferme, d'en vérifier la composition en effectuant une analyse chimique au moins deux fois l'an pour chacune des moulées. Ces analyses permettent de valider les informations provenant des étiquettes de moulée ou de la composition calculée ou des deux. Généralement, les ingrédients utilisés sont plus uniformes et, dans l'industrie, les analyses d'aliments sont pratiquées depuis plusieurs années.

1.2.2 Éléments visés par le bilan alimentaire

Le bilan alimentaire peut être calculé pour la plupart des nutriments nécessaires à la croissance des animaux. Mais comme ce guide s'inscrit dans un objectif environnemental lié à la fertilisation, ce sont les rejets d'azote et de phosphore qui sont au cœur de la démarche. L'azote et le phosphore sont aussi des nutriments majeurs en alimentation. Un rappel de leur rôle permet de mieux analyser les critères de performance de l'élevage.

Azote

Les besoins nutritifs du porc peuvent être définis comme la quantité de nutriments que doit fournir une ration pour générer des performances de production (croissance, reproduction, etc.). Ces principaux nutriments sont l'énergie, la protéine, les acides aminés, les minéraux et les vitamines.

Le besoin en protéine du porc, exprimé en pourcentage, décroît avec l'âge ou l'augmentation du poids de l'animal. Les protéines sont composées de sous-unités appelées acides aminés. Ceux-ci servent à synthétiser des protéines corporelles, comme celles du muscle ou du lait. Les acides aminés absorbés en surplus des besoins constituent des sources d'énergie.

Il existe deux types d'acides aminés : les essentiels et les non essentiels. Les acides aminés essentiels ne peuvent être synthétisés par le porc lui-même ; ils doivent être apportés par la ration. Les acides aminés non essentiels peuvent être synthétisés par le porc à partir d'autres acides aminés. Si un acide aminé essentiel est déficient, la production de protéine est réduite. Selon l'ampleur de la déficience, la quantité et la qualité de protéine produite sont compromises.

Les principaux acides aminés essentiels sont la lysine, la méthionine, la thréonine et le tryptophane. Chez le porc, la lysine est l'acide aminé le plus limitatif dans les rations. Un acide aminé est considéré comme limitatif lorsqu'il ne répond pas aux besoins de croissance de l'animal. La biotechnologie a permis le développement de procédés de fermentation qui permettent d'offrir à l'industrie les quatre principaux acides aminés essentiels (lysine HCl 78 %, Dl-méthionine 98 %, thréonine 99 % et tryptophane 99 %). Ainsi, à l'aide de ces acides aminés de synthèse, il est possible de corriger les déficiences en acides aminés limitatifs et de soutenir les objectifs de production.

RÉDUCTION DES REJETS D'AZOTE

Les acides aminés de synthèse jouent un rôle de premier plan pour réduire les rejets d'azote. En réduisant le niveau de protéine brute des rations et en comblant les besoins avec des acides aminés de synthèse, il est possible de maintenir les performances de production tout en réduisant de manière significative les rejets d'azote dans l'environnement.

CALCUL DE L'AZOTE

La détermination du niveau d'azote d'une moulée s'effectue en divisant le taux de protéine par 6,25.

$$\text{Azote (kg)} = \frac{\text{\% Protéine x 1 000 kg}}{6{,}25}$$

Par exemple, chaque tonne métrique (1 000 kg) de moulée finition à 14,5 % de protéine brute apportera 145 kg de protéine brute (14,5 % x 1 000 kg) et 23,2 kg d'azote (145 kg/6,25).

Phosphore

Les besoins des porcs en minéraux sont influencés par le niveau de production et par les conditions environnementales dans lesquels ils évoluent. Le phosphore est étroitement lié à la présence de calcium. Le calcium et le phosphore jouent un rôle majeur dans le développement et le maintien du squelette et dans plusieurs fonctions physiologiques (Hays 1976; Poe 1976; Kornegay 1985). L'apport en calcium et en phosphore, les deux minéraux majeurs, doit combler les besoins de production (minéralisation optimale des os, sécrétion laitière, etc.) et compenser les pertes par les fèces et l'urine.

Poe (1991) indique que l'apport adéquat de calcium (Ca) et de phosphore (P) pour les diverses catégories de porcs dépend :

- de l'apport adéquat des éléments par la moulée (disponibilité);
- d'un ratio adéquat entre le calcium et le phosphore dans la moulée. Un ratio Ca/P trop grand réduira l'absorption du phosphore et pourra réduire la croissance et détériorer la calcification osseuse, surtout si l'apport en phosphore est marginal. Un ratio de Ca/P de 1,1 à 1,35 est considéré comme adéquat. Lorsque le ratio est basé sur le phosphore disponible, ce dernier peut varier entre 2/1 et 3/1;
- d'un apport adéquat de vitamine D3.

RÉDUCTION DES REJETS DE PHOSPHORE (PHYTASE)

Le phosphore qui se trouve dans le lisier est à 66 % d'origine organique. La disponibilité du phosphore contenu dans les divers ingrédients composant une moulée est très variable. Dans les ingrédients d'origine végétale, on estime que 50 à 85 % du phosphore est non disponible, c'est-à-dire qu'il est sous forme de phytate. Le phosphore sous cette forme n'est pas disponible pour les porcs et est directement excrété dans les déjections.

Le porc doit donc recevoir un apport supplémentaire de phosphore (minéral) pour combler ses besoins. Au cours de la dernière décennie, une enzyme (phytase) a été identifiée, isolée et produite au niveau industriel. Cette enzyme dégrade les phytates présents dans les ingrédients et rend ainsi le phosphore disponible aux animaux. Elle peut être incorporée aux aliments destinés aux porcs où elle augmente la disponibilité du phosphore contenu dans les céréales et les sources de protéines végétales. L'ajout de cette enzyme permet ainsi de réduire de 25 à 35 % la quantité de phosphore di-calcique (minéral) ajouté aux moulées. La première conséquence de la plus grande disponibilité du phosphore d'origine végétale est une réduction de 25 à 35 % du phosphore contenu dans les lisiers. La phytase permet aussi de réduire de 10 % le contenu en calcium et en certains oligo-éléments des moulées.

L'ajout de phytase permettant une réduction du phosphore inorganique dans les moulées n'influe pas de façon négative sur les performances zootechniques des porcs.

VALEURS EN « P » ET EN « P_2O_5 »

Le contenu en phosphore de tous les types d'engrais (déjections animales, engrais minéraux et matières résiduelles fertilisantes est exprimé en P_2O_5 . Pour convertir le niveau de phosphore obtenu du bilan alimentaire en P_2O_5, il suffit de multiplier le contenu en phosphore total par 2,29.

Teneur en P_2O_5 = Phosphore total x 2,29

1.2.3 Composition moyenne

La composition moyenne des aliments ingérés par les porcs peut varier selon les objectifs du ou des programmes alimentaires en place dans les élevages. Même s'il existe des tables de référence, il est fortement recommandé d'établir la composition moyenne des aliments utilisés dans l'élevage où on effectue le bilan alimentaire, soit en consultant le conseiller en nutrition animale qui a établi le programme alimentaire ou en procédant à l'analyse des moulées.

Tableau 1.8

COMPOSITION MOYENNE DES MOULÉES CONTENANT DE LA PHYTASE

	GESTATION	LACTATION	PRÉDÉBUT 10-25 KG	DÉBUT 25-50 KG	CROISSANCE 1 50-70 KG	CROISSANCE 2 70-90 KG	FINITION 90-110 KG
PROTÉINE BRUTE %	12,5-14,5	16,0-18,5	21,0-23,0	18,0-20	16,0-18,0	15,0-16,0	13,5-15,5
CALCIUM %	0,70-0,8	0,75-0,85	0,75-0,85	0,7-0,8	0,65-0,75	0,60-0,70	0,55-0,65
PHOSPHORE TOTAL %	0,50-0,65	0,50-0,65	0,55-0,65	0,50-0,60	0,45-0,55	0,40-0,50	0,35-0,45

Source : divers programmes d'alimentation courants sur le terrain.

Dans le cas où les moulées sont fabriquées à la ferme, cette composition moyenne peut être établie en utilisant les formulations en place et des tables de référence pour la composition nutritionnelle des ingrédients utilisés.

Tableau 1.9

COMPOSITION MOYENNE DES PRINCIPAUX INGRÉDIENTS UTILISÉS DANS LA FABRICATION DES MOULÉES

INGRÉDIENT	MATIÈRE SÈCHE %	PROTÉINE BRUTE %	CALCIUM %	PHOSPHORE TOTAL %	PHOSPHORE DISPONIBLE %
AVOINE	88,0	11,1	0,1	0,32	0,14
BLÉ	87,6	13,5	0,08	0,35	0,19
ORGE	87,0	11,0	0,07	0,35	0,14
MAÏS	86,5	8,1	0,03	0,26	0,065
GRU ROUGE	88,0	15,5	0,12	0,8	0,40
FARINE DE VIANDE	90,0	50-52,5	7,5-9	3-4,7	2,85-4,5
FÈVE DE SOYA TORRÉFIÉE 38 %	90,0	37,5	0,31	0,55	0,22
TOURTEAU DE SOYA 48 %	90,0	47,2	0,34	0,62	0,25
TOURTEAU DE SOYA PRESSION 44,5 %	90,0	44,0	0,34	0,62	0,25
TOURTEAU DE CANOLA 36 %	88,5	35,5	0,8	1,15	0,45
GLUTEN DE MAÏS 60 %	90,0	60,5	0,07	0,49	0,098
PIERRE À CHAUX	98,0	–	38	–	–
PHOSPHATE BI-CALCIQUE	98,0	–	16,5	21	15,7

Source : compilation de données issues de plusieurs sources québécoises.

1.2.4 Prise d'inventaire et suivi des moulées

Comme pour le gain de poids produit, la prise d'inventaire pour connaître les quantités d'aliments ou d'ingrédients utilisés sur une période de temps donnée est primordiale. Il existe plusieurs types de registres ; ils varient selon les entreprises. Le registre choisi doit permettre de suivre de manière précise le type et la quantité de chacune des moulées achetées ou fabriquées par l'entreprise. Dans le cas où il y a fabrication des moulées à la ferme, il est aussi recommandé de tenir un registre d'achat des ingrédients pour effectuer une consolidation entre les moulées produites et les ingrédients disponibles (tableau 1.10).

Tableau 1.10
MODÈLES DE REGISTRES D'INVENTAIRE DES INGRÉDIENTS ET MOULÉES

REGISTRE DE FABRICATION/ACHAT DES MOULÉES					
NOM DE LA FERME :			PÉRIODE	CONTENU EN NUTRIMENTS	
DATE	NOM DE LA MOULÉE	SILO	QUANTITÉ (T.M.)[1]	PROTÉINE BRUTE (%)	PHOSPHORE TOTAL (%)
TOTAL					

1 : T.M. : tonne métrique.

REGISTRE DES INGRÉDIENTS ACHETÉS OU UTILISÉS POUR LA FABRICATION DES MOULÉES					
NOM DE LA FERME :		PÉRIODE	CONTENU EN NUTRIMENTS		
DATE	NOM DE L'INGRÉDIENT	SILO	QUANTITÉ (T.M.)[1]	PROTÉINE BRUTE (%)	PHOSPHORE TOTAL (%)
TOTAL					

1 : T.M. : tonne métrique.

1.2.5 Valeur indiquée sur l'étiquette vs valeur réelle et réglementation fédérale sur les aliments du bétail

La Loi relative aux aliments du bétail et le Règlement de 1983 sur les aliments du bétail réglementent et contrôlent la vente des aliments du bétail au Canada. L'annexe 4 du Règlement balise les limites de tolérance minimales et maximales acceptées pour plusieurs nutriments composant les moulées destinées au bétail, dont les porcs. Le tableau 1.11 présente les limites de tolérance qui s'appliquent pour le porc. Les fabricants d'aliments pour le bétail commerciaux et privés (fabrication à la ferme) sont tenus de respecter les limites de tolérance prévues dans le Règlement.

En principe, les fabricants d'aliments pour le bétail ne devraient pas utiliser des moulées contenant moins de 0,6 % de phosphore total pour les porcelets de moins de 10 kg et moins de 0,5 % de phosphore total pour les autres catégories de porcs. Dans le cas où il y a utilisation de phytase dans les moulées pour réduire les rejets de phosphore, il est possible que le niveau de phosphore total des moulées soit inférieur à 0,5 % pour certaines catégories d'animaux. La phytase ainsi ajoutée aux moulées permet de répondre aux besoins en phosphore disponible, et ce, même si l'apport en phosphore total est inférieur aux limites de tolérance fixées par le Règlement. Il faut se souvenir que la Loi a été adoptée il y a plus de 20 ans alors que la phytase n'était pas connue. Dans ces circonstances, deux scénarios sont possibles :

- la valeur de l'analyse de l'aliment respecte les limites de tolérance fixées par le Règlement ;
- la valeur de l'analyse de l'aliment ne respecte pas les limites de tolérance fixées par le Règlement, et par conséquent une demande d'enregistrement de l'aliment doit être faite auprès de l'Agence canadienne d'inspection des aliments.

Des normes légales ont été établies pour encadrer les variations rencontrées. En ce qui concerne le phosphore, on accepte une limite de tolérance pouvant aller jusqu'à 20 % de la teneur inscrite sur l'étiquette si le produit contient moins de 5 % de phosphore.

VARIATION DE LA NATURE ET DE LA COMPOSITION NUTRITIVE DES MOULÉES

Il peut à l'occasion survenir un écart entre la valeur en phosphore de l'étiquette d'une moulée, le résultat de l'analyse chimique ou l'information fournie par le conseiller en nutrition animale qui a élaboré le programme alimentaire. Cet écart s'explique en partie par :

- la variation dans la nature et la composition nutritionnelle des ingrédients utilisés dans la fabrication des moulées, des suppléments et/ou des prémélanges de minéraux et de vitamines ;
- la variation dans la prise de l'échantillon lors d'une vérification de contenu en laboratoire.

L'étiquette doit refléter le plus fidèlement possible la composition réelle du produit (moulées, suppléments et/ou prémélanges de minéraux et vitamines). Toutefois, il existe des variations dans la composition nutritionnelle des ingrédients qui peuvent entraîner des écarts entre les valeurs réelles et celles qui sont indiquées sur l'étiquette d'un produit.

Selon les conditions du marché ou la situation existante dans une région donnée, des substitutions occasionnelles d'ingrédients sont toujours possibles. Ces changements peuvent parfois modifier légèrement l'analyse garantie d'un produit.

Compte tenu de ces éléments, et pour assurer une plus grande précision des calculs du bilan alimentaire, il est recommandé de consulter le conseiller en nutrition animale qui a établi le programme alimentaire afin de connaître la composition réelle d'une moulée ou de tous autres produits entrant dans un aliment.

ÉCHANTILLONNAGE

Comme pour la caractérisation des fumiers, la prise d'échantillons de moulées et/ou de produits servant à la fabrication des moulées aux fins d'analyses en laboratoire est déterminante. Il est recommandé, lors de l'échantillonnage, de procéder à la prise de plusieurs échantillons d'un même produit ; ceux-ci seront ensuite mélangés pour former l'échantillon composite qui sera soumis au laboratoire d'analyses. Les résultats obtenus doivent toujours être validés avec l'étiquette du produit ou par le conseiller en nutrition animale qui a établi le programme alimentaire.

Tableau 1.11
ÉCHELLE DES GARANTIES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS POUR LES ALIMENTS COMPLETS EXEMPTÉS DE L'ENREGISTREMENT

	LIMITE	CUIVRE (MG/KG)	ZINC (MG/KG)	CALCIUM (%)	PHOSPHORE (%)	SODIUM (%)
ALIMENTS DESTINÉS AUX PORCS	MIN.	6	100	0,5 (**A**) 0,75 (**LR**) 0,8 (**PS**)	0,5 (**A**) 0,6 (**PS**)	0,1 (**A**) 0,15 (**R**) 0,2 (**L**)
	MAX.	125	500	2	2	0,8
ABRÉVIATIONS	**A** : AUTRES **L** : EN LACTATION			**PS** : PORC DE 1 À 10 KG **R** : REPRODUCTION		

Source : Annexe 4 du Règlement de 1983 sur les aliments du bétail.

1.2.6 Barèmes légaux

Lors de la vérification des moulées par les analyses, il est courant d'observer des écarts entre le contenu en nutriments indiqué sur l'étiquette et le résultat obtenu. Cet écart peut s'expliquer par la variation dans la composition des ingrédients composant la moulée et le respect de la recette fabriquée. La réglementation fédérale tolère une certaine variabilité dans le contenu en nutriments des moulées. Cette tolérance diffère selon les nutriments (tableau 1.12).

Tableau 1.12
TOLÉRANCE LÉGALE ET RÉGLEMENTAIRE

NUTRIMENT	GARANTIE %	LIMITE DE TOLÉRANCE
PROTÉINE BRUTE %	< 24 %	± 1 % DE LA TENEUR MENTIONNÉE SUR L'ÉTIQUETTE
	> 24 %	± 1,5 % DE LA TENEUR MENTIONNÉE SUR L'ÉTIQUETTE
PHOSPHORE %	< 5 %	± 20 % DE LA TENEUR MENTIONNÉE SUR L'ÉTIQUETTE
	> 5 %	10 % POUR UNE TENEUR INFÉRIEURE ET + 20 % POUR UNE TENEUR SUPÉRIEURE À CELLE MENTIONNÉE SUR L'ÉTIQUETTE

Source : Annexe 1 du Règlement de 1983 sur les aliments du bétail.

Au Québec, l'industrie a fixé, il y a près de 20 ans, un objectif de coefficient de variation des équipements de fabrication des moulées médicamentées, autant en meunerie qu'à la ferme, afin de s'assurer de l'homogénéité des aliments.

Chaque équipement qui sera utilisé pour la fabrication des moulées devra avoir été vérifié au moins une fois l'an. Il doit avoir obtenu un coefficient de variation inférieur à 10 % dans le cas d'une moulée fabriquée à partir d'un prémix ayant un taux d'inclusion supérieur à 2 %.

Si le prémix est incorporé à un taux inférieur à 2 %, le coefficient de variation doit être inférieur à 5 %. Cette exigence supplémentaire demande d'avoir des précisions suffisantes sur les équipements pour fabriquer des aliments uniformes.

1.3 Difficultés lors de l'établissement d'un bilan alimentaire

La précision avec laquelle la collecte des données sera faite pour établir le bilan alimentaire est primordiale. À plusieurs égards, la principale difficulté éprouvée sur le terrain est l'absence de données compilées de manière détaillée et régulière. Dans plusieurs cas, la première chose à faire lorsqu'on veut établir un bilan alimentaire est de mettre en place les outils nécessaires à la collecte de données précises dans les entreprises. Ces outils permettront de déterminer avec précision les quantités de nutriments consommés, retenus et exportés.

AIDE-MÉMOIRE

Cet aide-mémoire permet de vérifier si les informations nécessaires à l'établissement du bilan alimentaire sont disponibles.

Animaux

- Inventaire des animaux présents en début de période et estimation du poids des animaux;
- Quantité d'animaux produits durant la période visée (registre des mouvements d'animaux, registre d'abattage, registre de mortalité incluant le poids des animaux, etc.);
- Inventaire des animaux présents en fin de période et estimation du poids des animaux.

Moulées complètes

- Inventaire des silos de moulées en début de période et estimation de la quantité et de la composition de la moulée (étiquette, conseiller en nutrition animale et/ou analyse);
- Quantité de moulées reçues durant la période visée (registre d'achat des moulées avec composition et/ou analyse);
- Inventaire des silos de moulées en fin de période et estimation de la quantité et de la composition de la moulée (étiquette, conseiller en nutrition animale et/ou analyse).

Moulées fabriquées à la ferme

- Inventaire des silos d'ingrédients en début de période et estimation de la quantité et de la composition des ingrédients (table de référence, conseiller en nutrition animale et/ou analyse);
- Inventaire des silos de moulées en début de période et estimation de la quantité et de la composition de la moulée (étiquette, conseiller en nutrition animale et/ou analyse);
- Quantité d'ingrédients achetés durant la période visée (registre d'achat des ingrédients avec composition et/ou analyse);
- Quantité de moulées fabriquées durant la période visée (registre de fabrication des moulées avec composition et/ou analyse);
- Inventaire des silos d'ingrédients en fin de période et estimation de la quantité et de la composition des ingrédients (table de référence, conseiller en nutrition animale et/ou analyse);
- Inventaire des silos de moulées en fin de période et estimation de la quantité et de la composition de la moulée (étiquette, conseiller en nutrition animale et/ou analyse).

Références

GÉNÉTIPORC INC. // 1997. *Guide de production Génétiporc* 1re édition.

HAYS, V.W. // 1976. *Phosphorus in swine nutrition*. West Des Moines Iowa. National Feed Ingredients Association.

POE, E.R. JR. // 1991. *Calcium in swine nutrition*. West Des Moines Iowa. National Feed Ingredients Association. P. 65.

KORNEGAY, E.T. // 1985. *Calcium and phosphorus in animal Nutrition*. West Des Moines Iowa. National Feed Ingredients Association. P. 1-106.

RÉALISATION DU BILAN ALIMENTAIRE

Chapitre 2

Table des matières

Annexe

Liste des tableaux

Figure

2 ÉQUATIONS DU BILAN ALIMENTAIRE

Le calcul du bilan alimentaire permet, entre autres, l'évaluation des rejets d'azote et de phosphore d'un site d'élevage. En vue de faciliter l'évaluation de la charge de phosphore des entreprises porcines, le logiciel Bilan alimentaire conçu par Agri-Gestion est utilisé.

Pour une même entreprise porcine, il est possible d'effectuer plusieurs bilans alimentaires. Le logiciel vous permet d'isoler certains bâtiments, sites ou types d'élevages si la cueillette d'informations sur l'entreprise est appropriée.

Lors de la réalisation du bilan alimentaire, vous devrez être en mesure de valider chacune des informations recueillies par section d'élevage.

Équation générale

Le résultat du calcul du bilan alimentaire détermine les quantités d'azote et de phosphore rejetés par les animaux en fonction de leur alimentation. Ce résultat est exprimé en unités de masse, kilogrammes ou grammes par tête, ou encore pour l'ensemble de l'exploitation agricole.

À noter que cette masse d'éléments fertilisants excrétés est tributaire de la période pendant laquelle le bilan est effectué (mois, année, etc.). Cette méthode, lorsqu'elle est basée sur une collecte de données rigoureuse, permet de tenir compte des situations particulières de chaque élevage comme la performance des animaux et les modes de production et d'alimentation. Cette méthode peut aussi être généralisée à d'autres éléments tels que le potassium, le cuivre, le zinc, etc.

Comme la réalisation du bilan alimentaire se fait actuellement dans le contexte d'une meilleure utilisation de l'azote et du phosphore, ce sont ces deux éléments qui sont retenus pour les calculs. La principale équation du bilan alimentaire se résume à soustraire des éléments ingérés et fournis par les aliments (ration de moulée quotidienne) ceux qui sont retenus par l'animal, le reste étant rejeté dans les déjections animales. Il faut donc déterminer les rejets en faisant la différence entre les quantitées ingérées et retenues :

Quantités ingérées – Quantités retenues = Quantités rejetées

À partir du bilan alimentaire, la charge de phosphore sera ramenée sur une période de 365 jours de production.

Équations retenues pour le logiciel

Le logiciel Bilan alimentaire a été élaboré par les membres de l'équipe d'Agri-Gestion en collaboration avec la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), l'Association de gestion des engrais organiques du bassin de la rivière Yamaska (AGEO), le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et La Coop fédérée de Québec.

Les équations présentées dans ce guide sont tirées de ce logiciel. Elles ont fait consensus au sein de l'équipe de conception, dont l'objectif était de développer un outil permettant d'évaluer la charge fertilisante des effluents d'élevage et ainsi de pouvoir estimer les superficies requises pour l'épandage de lisiers en se basant sur le phosphore rejeté. Les références utilisées proviennent du CORPEN 2003 et de l'Étude sur l'estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs réalisée en 2001 par Bachand, Bélanger et Schiettekatte, du MAPAQ. Ce logiciel s'inspire de l'outil de calcul développé par Jean-Yves Dourmad, de l'INRA, et adapté par Charles Bachand, agronome au MAPAQ.

2.1 Fermes exemples

Deux exemples de sites en engraissement sont présentés afin de faciliter la compréhension et l'application du bilan alimentaire. Il s'agit d'un élevage porcin en tout-plein tout-vide (TPTV) et d'un élevage en rotation. Tous les exemples de calculs du chapitre sont bâtis avec les données de ces deux fermes (tableaux 2.1 et 2.2).

L'effectif des porcs en croissance-finition est tiré du suivi des inventaires que les responsables des sites d'élevage ont mis en place. On y retrouve aussi l'inventaire des aliments consommés durant les périodes d'élevage. La quantité d'aliments consommés est présentée par type de moulées utilisées sur la ferme. Des exemples de registres d'inventaire sont présentés au chapitre 1 du présent guide. Ils peuvent servir de modèle pour l'éleveur porcin qui n'a pas de système de collecte de données. Pour l'exemple qui suit, la période couverte est de 410 jours en considérant les vides sanitaires après chaque lot d'élevage (incluant neuf jours à la fin du dernier lot).

Tableau 2.1
DONNÉES D'INVENTAIRE DES PORCS EN CROISSANCE-FINITION ET DES ALIMENTS POUR UN SITE PORCIN EN TOUT-PLEIN TOUT-VIDE (TPTV)

	DONNÉE	ÉLEVAGE 1	ÉLEVAGE 2	ÉLEVAGE 3	TOTAL	MOYENNE
	DATE D'ENTRÉE (JJ-MM-ANNÉE)	04-02-2004	22-06-2004	05-11-2004		
PORCS ACHETÉS (PORCELETS POSTSEVRAGE – PPS)	NOMBRE À L'ENTRÉE	1 094	1 102	1 119	3 315	1 105
	POIDS MOYEN À L'ENTRÉE (KG)	18,1	17,3	19,7		18,4
	POIDS TOTAL À L'ENTRÉE (KG)	19 801	19 065	22 044	60 910	
	DATE DE SORTIE	12-06-2004	27-10-2004	10-03-2005		
	DURÉE (JOURS)	129	127	125	381 JOURS	127
PORCS VENDUS	NOMBRE	1 053	1 042	1 106	3 201	1 067
	POIDS MOYEN (KG)	107,4	106,3	105,8		106,5
	POIDS TOTAL (KG)	113 092	110 765	117 015	340 872	
PORCS MORTS	MORTALITÉ (NOMBRE)	41	60	13	114	
	POIDS MOYEN (KG)					61,2

Tableau 2.1 (suite)

ALIMENT	ÉLEVAGE 1	ÉLEVAGE 2	ÉLEVAGE 3	TOTAL	PROTÉINE BRUTE	PHOSPHORE TOTAL (P)
	KG	KG	KG	KG	%	%
PRÉENGRAISSEMENT	21 300	21 900	22 300	65 500	19,5	0,63
DÉBUT	50 600	48 500	52 500	151 600	18,5	0,58
CROISSANCE	87 200	91 500	84 600	263 300	16,5	0,53
FINITION	91 500	93 300	96 700	281 500	15,5	0,48
TOTAL	250 600	255 200	256 100	761 900		

Tableau 2.2

DONNÉES D'INVENTAIRE DES PORCS EN CROISSANCE-FINITION ET DES ALIMENTS POUR UN SITE PORCIN EN ROTATION SUR UNE PÉRIODE DE 365 JOURS

ÉLEVAGE	EFFECTIF DÉBUT	EFFECTIF FIN	ANNUEL
NOMBRE	1 350	1 325	
POIDS MOYEN (KG)	63	63	
NOMBRE DE PORCS VENDUS			4 320
POIDS VIF MOYEN VENDU (KG)			108
NOMBRE DE PORCELETS ACHETÉS			4 400
POIDS MOYEN PORCELETS ACHETÉS (KG)			21,3
NOMBRE DE PORCS MORTS (MORTALITÉ)			80
POIDS MOYEN ANIMAUX MORTS (KG)			59
ALIMENT	**QUANTITÉ (KG)**	**PROTÉINE BRUTE (%)**	**PHOSPHORE TOTAL (%))**
DÉBUT	85 000	18	0,60
CROISSANCE	495 000	16	0,45
FINITION	385 000	14	0,40
TOTAL	**965 000**		

2.2 Validation des données

L'exercice du bilan alimentaire nécessite la validation des informations recueillies à la ferme. Ces indicateurs utilisés pour la validation sont également des indicateurs de la productivité d'une entreprise porcine. Ce sont la quantité d'aliments par porc et la conversion alimentaire.

2.2.1 Quantité d'aliments par porc

En plus de permettre de valider les données recueillies, cet indicateur a une incidence économique importante. Il permet de situer rapidement l'entreprise pour ce qui est de la productivité. La quantité d'aliments par porc est la somme des aliments consommés (livrés ou fabriqués), pendant la période concernée par le bilan alimentaire, sur le nombre de porcs produits. La quantité de moulées consommées est l'un des éléments qui a le plus d'incidence sur le résultat final du bilan alimentaire.

$$\text{Aliments (kg/porc)} = \frac{\text{Quantité totale des aliments consommés}}{\text{Nombre de porcs produits}}$$

Selon le type d'élevage, on évaluera le nombre de porcs produits de deux façons.

Porc produit économique (en TPTV)

Pour les élevages en TPTV, l'évaluation du nombre de porcs produits économiques est assez simple puisqu'il s'agit d'additionner les porcs vendus pour chacun des lots. Les relevés d'abattage de l'encan électronique de l'exploitant permettent de valider ce nombre.

EXEMPLE EN TPTV

NOMBRE DE PORCS PRODUITS ÉCONOMIQUES = NOMBRE DE PORCS VENDUS
= 3 201 PORCS VENDUS

Porc produit économique (en rotation)

Pour un élevage en rotation, la méthode de calcul du nombre de porcs produits économiques est différente. Elle tient compte des variations dans l'inventaire en début et en fin d'année de ce type d'élevage.

Porc produit économique (en rotation)

$$\text{Porcs vendus} + \frac{[(\text{effectif fin x poids fin}) - (\text{effectif début x poids début})]}{(\text{poids moyen porcs vendus} - \text{poids moyen porcelets achetés})}$$

EXEMPLE EN ROTATION

$$\text{NOMBRE DE PORCS PRODUITS ÉCONOMIQUES} = 4\,320 + \frac{[(1\,325 \times 63 \text{ KG}) - (1\,350 \times 63 \text{ KG})]}{(108 \text{ KG} - 21{,}3 \text{ KG})}$$

$$= 4\,320 + \frac{[(83\,475 - 85\,050)]}{86{,}7}$$

$$= 4\,320 - 18 = 4\,302 \text{ PORCS}$$

Bien souvent, pour déterminer le poids des animaux au début et à la fin de la période couverte par le bilan alimentaire, il faut partir d'une courbe de croissance (tableau 1.1). Pour les élevages en rotation établis depuis un certain temps et qui n'ont pas effectué de vide sanitaire, on peut considérer ce poids comme stable.

Pour considérer ces mouvements d'inventaire, l'équipe de réalisation du logiciel Bilan alimentaire a conclu que l'utilisation du porc produit économique était plus appropriée.

On qualifie cette donnée d'économique parce qu'elle est utilisée dans l'analyse économique de la ferme. Dans le logiciel d'Agri-Gestion, l'ensemble des aliments et des nutriments sont ramenés sur le nombre de porcs produits économiques.

Aliments consommés

Le régime alimentaire des porcs est composé de différentes moulées. La somme des moulées ingérées servira à établir la quantité d'aliments consommés par porc. Le volume de moulée consommée peut également s'évaluer à partir de la gestion de l'inventaire des moulées en début d'année et celle en fin d'année en additionnant tous les volumes de moulées achetées durant l'année.

Dans nos deux exemples, les quantités d'aliments par porc produit économique sont supérieures à la moyenne qui est de 218,1 kg de moulée par porc de 25 à 107 kg (selon les données de référence au tableau 3.1). Soulignons que dans notre exemple le poids d'entrée des porcelets en engraissement est de 20 kg.

EXEMPLE EN TPTV	EXEMPLE EN ROTATION
ALIMENTS (KG/PORC) =	
761 900 KG 3 201 PORCS PRODUITS	965 000 KG 4 302 PORCS PRODUITS
238 KG/PORC	224 KG/PORC

2.2.2 Gain de poids

En élevage porcin on vise un maximum de gain de poids journalier pour diminuer le temps d'élevage au bâtiment. Les facteurs influençant le gain de poids des porcs sont présentés au chapitre 3.

Pour faire le calcul, vous aurez besoin du nombre total de porcelets achetés et du nombre de porcs vendus ainsi que du poids moyen à l'achat et à la vente des porcs. La pesée des animaux à l'entrée et à la sortie du bâtiment vous permettra d'évaluer le gain de poids pendant la période d'élevage.

Pour compléter l'évaluation du gain de poids, vous avez besoin du nombre de porcs décédés et déclassés à l'abattoir ainsi que de leur poids. Si vous n'avez pas le poids de ces animaux, le tableau 1.1 présente une courbe de croissance pour faire l'évaluation du poids selon l'âge.

Dans l'exemple de l'élevage en TPTV, les animaux sont comptabilisés pour chaque période d'élevage.

Pour les élevages en TPTV, le gain de poids est la différence entre le poids des porcs vendus pour l'abattage et celui des porcelets en début d'élevage. Ce mode d'élevage en lots se retrouve davantage en engraissement. Pour chaque lot, vous êtes en mesure d'évaluer le gain de poids. Les porcs morts en cours d'élevage sont considérés avec le poids moyen de mortalité. Pour les trois élevages en TPTV, le gain de poids est calculé de la façon suivante :

Gain de poids pour les porcs en croissance-finition (PCF) =

(PCF vendus x poids moyen porcs vendus) + (mortalité x poids moyen mortalités) – (Porcelets achetés en postsevrage (PPS) x poids moyen à l'entrée)

EXEMPLE EN TPTV

GAIN DE POIDS (PCF) POUR L'ÉLEVAGE 1 = (1 053 PORCS X 107,4 KG) + (41 X 61,2 KG) - (1 094 X 18,1 KG)

GAIN DE POIDS (PCF) POUR L'ÉLEVAGE 1 = 113 092 KG + 2 509 KG – 19 801 KG = 95 800 KG

POUR L'ENSEMBLE DES ÉLEVAGES (1, 2 ET 3) = 95 800 KG + 95 372 KG + 95 767 KG = 286 939 KG DE GAIN DE POIDS

Pour les élevages en rotation, le gain de poids total tient compte des variations dans l'inventaire. Il considère l'effectif début et l'effectif fin de porcs. L'effectif est le nombre d'animaux à un moment précis. L'effectif début et l'effectif fin sont le nombre de porcs comptabilisés en début et en fin de prise de données. Pour un engraissement, vous aurez besoin également du nombre de porcelets achetés en postsevrage, c'est-à-dire les porcelets issus de la pouponnière qui entrent dans la section engraissement, ainsi que de leur poids d'entrée. Le gain de poids des porcs morts est également comptabilisé avec le poids moyen de mortalité. L'équation est la suivante :

Gain de poids =

(Effectif fin x poids moyen) + (PCF vendus x poids porcs vendus) + (mortalités x poids moyen) – (PPS achetés x poids moyen) – (effectif début x poids moyen)

EXEMPLE EN ROTATION

GAIN DE POIDS (PCF) = (1 325 PORCS x 63 KG) + (4 320 x 108 KG) + (80 x 59 KG) - (4 400 PORCS x 21,3 KG) - (1 350 x 63 KG)

GAIN DE POIDS (PCF) = 375 985 KG DE GAIN

2.2.3 Indice de conversion alimentaire technique

On définit ce critère comme étant la quantité de moulées nécessaires pour produire un gain de poids de 1 kg.

$$\text{Indice de conversion technique} = \frac{\text{Kg d'aliments consommés}}{\text{Gain de poids total}}$$

L'indice de conversion alimentaire est le principal critère de validation utilisé lors de la réalisation du bilan alimentaire en engraissement. Il permet de valider rapidement le résultat obtenu en le comparant avec les données des années précédentes lorsqu'elles sont disponibles. Si la conversion alimentaire est trop basse ou trop haute par rapport à l'écart reconnu, cela indiquera au professionnel une erreur dans la collecte de données.

L'évaluation de la **conversion alimentaire technique**, telle que présentée dans le chapitre 3, est un indicateur de performance.

Il est à noter que le logiciel d'Agri-Gestion utilise l'indice de **conversion alimentaire économique** seulement comme critère de validation. D'autres logiciels de gestion de base de données (PigCHAMP et Winporc) calculent la conversion alimentaire économique. C'est une façon rapide de constater l'efficacité de l'entreprise porcine à partir des données de l'encan électronique. La conversion alimentaire économique ne tient pas compte des mortalités et des sujets déclassés.

Une entreprise dont le taux de mortalité est très faible aurait une conversion alimentaire économique qui se rapprocherait beaucoup de la conversion alimentaire technique.

La mise en place des registres d'inventaire de consommation des moulées et les registres de vente des porcs à l'abattoir permettent d'effectuer des suivis de la conversion alimentaire tout au long de l'année de production.

Pour l'exemple d'un engraissement en TPTV présenté, nous avons **une conversion alimentaire technique de 2,66.** Selon le tableau 3.1 du chapitre 3, cette entreprise a un indice de conversion alimentaire qui est égal à la moyenne présentée.

EXEMPLE EN TPTV

$$\text{INDICE DE CONVERSION} = \frac{\text{761 900 KG CONSOMMÉS}}{\text{286 939 KG}}$$

INDICE DE CONVERSION = 2,66

Pour l'engraissement en rotation, **l'indice de conversion alimentaire technique est aussi valide, il est de 2.57.** Il se situe entre la moyenne et les 25 % supérieurs.

EXEMPLE EN ROTATION

$$\text{INDICE DE CONVERSION} = \frac{\text{965 000 KG CONSOMMÉS}}{\text{375 985 KG}}$$

INDICE DE CONVERSION = 2,57

Après validation des données, des conversions alimentaires plus élevées que les moyennes permettent de diriger le producteur vers un ou des spécialistes en production animale.

2.3 Calcul des rejets de l'élevage

La méthode du bilan alimentaire permet aussi d'illustrer la gestion des nutriments à la ferme. Par exemple, tout ce qui peut influencer la quantité d'aliments consommés ou la conversion alimentaire d'un animal aura directement un impact sur la quantité de nutriments rejetés. Le chapitre 3 explique davantage les moyens pour influencer les performances d'un élevage porcin. Les principaux indicateurs du bilan alimentaire permettant de calculer les rejets et de situer l'entreprise sont présentés ci-après.

2.3.1 Rejets par tête et par période d'élevage

À l'intérieur du troupeau porcin, les rejets totaux d'azote et de phosphore peuvent être ramenés par tête selon les différentes catégories d'animaux. À partir de l'évaluation des aliments consommés pour une phase de production donnée et du contenu en nutriments (azote et phosphore) de ces aliments, nous calculerons la quantité totale de nutriments ingérés.

En engraissement, les rejets sont obtenus en faisant la différence entre la quantité de nutriments ingérés et de nutriments retenus par les porcs produits.

Pour les autres types d'élevages, en pouponnière et en maternité, vous aurez besoin du nombre de porcelets produits, de l'effectif moyen des truies et verrats et du taux de réforme pour calculer les rejets d'azote et de phosphore sur une période d'un an. Il demeure essentiel de valider l'inventaire des animaux élevés à la ferme pendant la période de saisie des données.

Pour comparer les valeurs obtenues par le bilan alimentaire, vous pouvez utiliser les valeurs de référence inscrites dans le document du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Vous pouvez consulter ce document sur le site Internet du CRAAQ à l'adresse (**http://pub.craaq.qc.ca/transit/validees/tdm.pdf**). Ces valeurs demeurent des indicateurs pour établir la charge fertilisante d'un site d'élevage porcin.

2.3.2 Rejets par kg de gain

Les rejets totaux d'azote et de phosphore peuvent être ramenés par kg de gain, selon les différentes catégories au sein du troupeau porcin. En les comparant aux valeurs obtenues à la ferme, vous pouvez utiliser les données aussi inscrites dans les documents des valeurs références.

2.3.3 Nutriments ingérés

Les quantités de moulées ingérées et la composition en nutriments (azote et phosphore) sont à la base du bilan alimentaire. Les données doivent être très précises pour obtenir des résultats représentatifs. Par souci de rigueur, il faut effectuer des analyses régulières des aliments distribués au porc, que ce soit des aliments complets ou fabriqués à la ferme. Lorsqu'un programme de contrôle de qualité des aliments est en place dans l'entreprise, les analyses des aliments et ingrédients ainsi obtenues peuvent servir pour le bilan alimentaire. Pour l'ensemble des calculs, les quantités et analyses d'aliments sont présentées sur une base de 88 % matière sèche, donc telles que servies à l'animal. Pour ceux qui utilisent des sous-produits comme le lactosérum, on doit ramener ce produit sur la même base que les autres aliments.

Dans le présent guide, on utilise les mêmes nutriments que le logiciel, c'est-à-dire l'azote et le phosphore. En calculant la quantité totale de nutriments consommés par type d'élevage, vous pouvez déjà valider les informations transmises par le producteur. La section 3.1 du guide présente différents paramètres de validation par type d'élevage. Des valeurs de référence peuvent également vous guider pour la composition moyenne des moulées (tableau 1.8).

L'azote

Le calcul de l'azote (N) ingéré est établi à partir des quantités d'aliments et du taux de protéine brute de chacun de ces aliments.

EXEMPLE EN TPTV – AZOTE

1. MOULÉE PRÉENGRAISSEMENT 19,5 % P.B./6,25 = 3,12 % x 65 500 KG
   N INGÉRÉ = 2 044 KG D'AZOTE

2. MOULÉE DÉBUT 18,5 % P.B./6,25 = 2,96 % x 151 600 KG
   N INGÉRÉ = 4 487 KG D'AZOTE

3. MOULÉE CROISSANCE 16,5 % P.B./6,25 = 2,64 % x 263 300 KG
   N INGÉRÉ = 6 951 KG D'AZOTE

4. MOULÉE FINITION 15,5 % P.B./6,25 = 2,48 % x 281 500 KG DE MOULÉE
   N INGÉRÉ = 6 981 KG D'AZOTE

N TOTAL INGÉRÉ = 20 463 KG D'AZOTE

Pour la ferme exemple en rotation, l'azote total ingéré se calcule de la même façon que dans l'exemple en TPTV. La quantité d'azote total ingéré y est de 23 744 kg.

L'azote total ingéré est ramené sur le gain de poids total des porcs.

$$\text{N ingéré (g/kg de porc)} : \frac{\text{Azote ingéré}}{\text{Gain de poids total}}$$

EXEMPLE EN TPTV

N INGÉRÉ (G/KG DE PORC) = 20 463 KG D'AZOTE/286 938 KG DE GAIN x 1 000 G/KG

N INGÉRÉ (G/KG DE PORC) = 71,3 G D'AZOTE/KG DE PORC

Au chapitre 3, l'étude de Pomar (1997), présente l'effet du programme alimentaire sur la quantité d'azote ingéré selon le nombre de rations présentées aux animaux. La quantité d'azote ingéré est présentée tel que décrit dans l'équation suivante :

$$\text{N ingéré (kg/porc)} : \frac{\text{Azote ingéré}}{\text{Nombre de porcs produits économiques}}$$

EXEMPLE EN TPTV

N INGÉRÉ (KG/PORC) = 20 463 KG D'AZOTE/3 201 PORCS

N INGÉRÉ (KG/PORC) = 6,39 KG D'AZOTE/PORC

Tel que présenté dans le chapitre 3, en augmentant le nombre de rations de deux à cinq moulées, on pourrait diminuer les quantités d'azote ingéré de 12 % et d'azote rejeté de 18 % durant la phase de croissance des porcs de 20 à 107 kg.

Le phosphore

On obtient la quantité de phosphore (P) ingéré en associant les quantités d'aliments consommés aux teneurs en phosphore.

P ingéré (kg) = Teneur en P des aliments (%) ou des matières premières x quantité consommée (kg)

EXEMPLE EN TPTV-PHOSPHORE

1. MOULÉE PRÉENGRAISSEMENT

$$\text{P INGÉRÉ} = \frac{\text{65 500 KG DE MOULÉE x 0,63}}{100}$$

P INGÉRÉ = 413 KG

2. MOULÉE DÉBUT

$$\text{P INGÉRÉ} = \frac{\text{151 600 KG DE MOULÉE x 0,58}}{100}$$

P INGÉRÉ = 879 KG

3. MOULÉE CROISSANCE

$$\text{P INGÉRÉ} = \frac{\text{263 300 KG DE MOULÉE x 0,53}}{100}$$

P INGÉRÉ = 1 396 KG

4. MOULÉE FINITION

$$\text{P INGÉRÉ} = \frac{\text{281 500 KG DE MOULÉE x 0,48}}{100}$$

P INGÉRÉ = 1 351 KG

P TOTAL INGÉRÉ = 4 039 KG DE P

Cette quantité totale de phosphore ingéré est ramenée par kg de porc produit économique en utilisant le gain de poids total des animaux produits.

EXEMPLE EN TPTV

P INGÉRÉ (G/KG DE GAIN) = 4 039 KG P/286 938 KG x 1 000 G/KG

P INGÉRÉ (G/KG DE GAIN) = 14,1 G DE P/KG DE GAIN

EXEMPLE EN TPTV

P INGÉRÉ (KG/PORC) = 4 039 KG P/3 201 PORCS

P INGÉRÉ (KG/PORC) = 1,26 KG DE P/PORC

2.3.4 Nutriments retenus

Étant donné le contexte agroenvironnemental de la production porcine, nous nous attardons davantage sur l'azote et le phosphore, même si nous pourrions faire la même démarche pour les autres nutriments. La rétention d'azote et de phosphore est la même pour l'ensemble des catégories d'élevages porcins (CORPEN 2003).

Tableau 2.3
AZOTE ET PHOSPHORE RETENUS PAR KG DE GAIN CHEZ LE PORC

TYPE D'ANIMAL	AZOTE (N) (G/KG)	PHOSPHORE (P) (G/KG)
TOUTES CATÉGORIES (TRUIE, PORC, PORCELET, VERRAT, COCHETTE)	25	5,3

L'azote retenu

On considère actuellement que 25 g d'azote sont retenus par kg de gain. C'est en fonction du gain de poids des animaux.

N retenu (PCF) = Gain de poids PCF (kg) x 0,025

EXEMPLE EN TPTV

N RETENU (PCF) = 286 938 KG x 0,025 KG DE N/KG DE GAIN

N RETENU DU CHEPTEL = 7 173 KG DE N RETENU

L'azote retenu par porc est :

$$\textbf{N retenu (kg/porc)} : \frac{\text{Azote retenu}}{\text{Nombre de porcs produits économiques}}$$

EXEMPLE EN TPTV

N RETENU (KG/PORC) = 7 173 KG/3 201 PORCS
= 2,241 KG DE N RETENU PAR PORC

Le phosphore retenu

Comme l'indique le tableau 2.3, la quantité de phosphore retenu est la même pour l'ensemble des suidés (truie, verrat, porcelet, porc à l'engraissement). Le phosphore retenu est de 5,3 g (sous forme de P) par kg de gain de poids vif (CORPEN 2003). Contrairement à l'azote, il n'y a aucune perte de phosphore au bâtiment ni lors de l'évacuation vers la structure d'entreposage.

Pour le phosphore comme pour l'azote, les quantités retenues par les animaux morts et saisis devront être considérées pour chacune des sections d'élevage.

Chacun des paramètres est obtenu de la façon suivante :

P retenu par les animaux = 0,0053 kg de P x kg de gain de poids

EXEMPLE EN TPTV

P RETENU = 0,0053 KG DE P/KG DE GAIN x 286 938 KG DE GAIN

P RETENU = 1 521 KG DE P

Ce phosphore devient le phosphore exporté (ventes, mortalités, saisies) par les animaux à l'extérieur du site d'élevage.

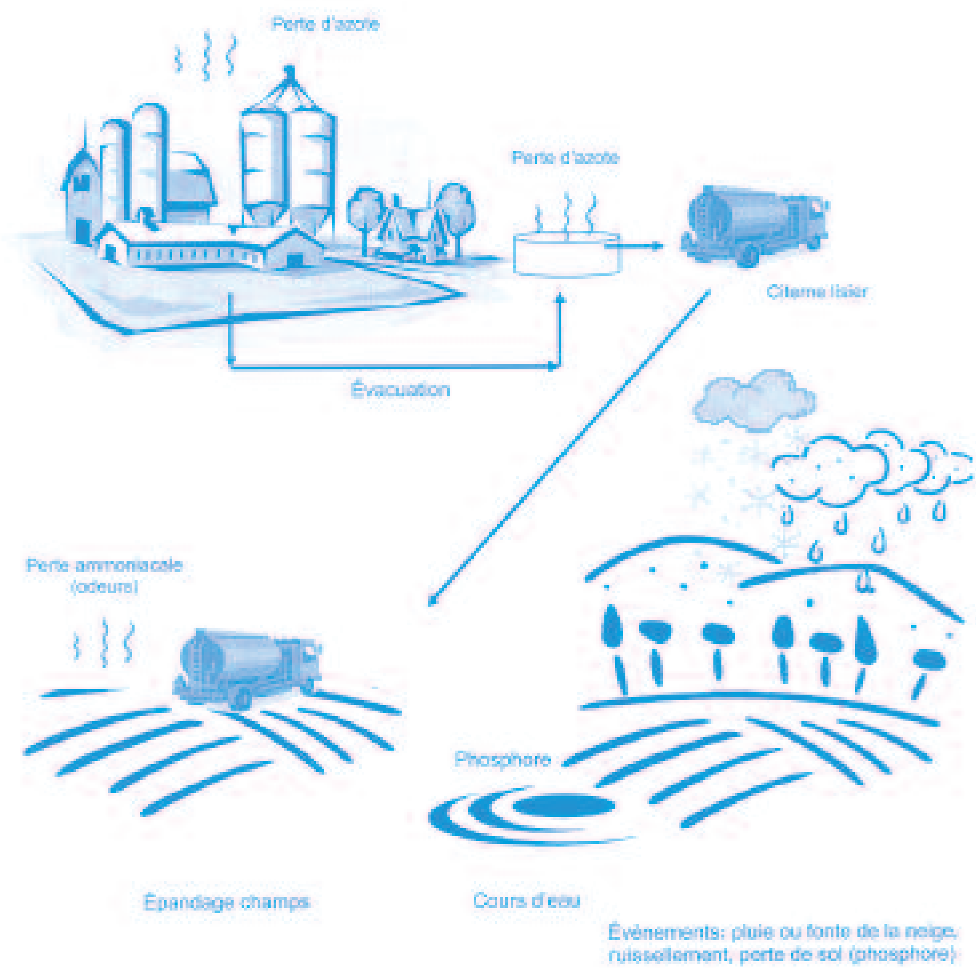
2.3.5 Nutriments rejetés

La différence entre l'azote ingéré et l'azote retenu donne l'azote rejeté ou excrété. L'azote excrété n'est pas celui retrouvé directement dans les ouvrages de stockage des déjections animales (lisiers). Il faut considérer des pertes par émanations gazeuses. Ces pertes seront comptabilisées ultérieurement.

L'azote dans le lisier

La quantité d'azote rejeté par les animaux n'est pas celle que l'on retrouve dans les déjections animales qui sont évacuées vers l'ouvrage de stockage. Un facteur de perte d'azote au bâtiment et à l'entreposage doit être considéré. Ces pertes devraient être minimisées pour conserver la valeur fertilisante des lisiers et permettre un meilleur équilibre entre l'azote et le phosphore. Par soustraction, on peut calculer la quantité d'azote présent dans les déjections animales.

Figure 2.1
PERTES D'AZOTE ET DE PHOSPHORE



La gestion des pertes d'azote au bâtiment dépend de plusieurs facteurs. Le séjour prolongé du lisier sous les animaux permet aux micro-organismes anaérobies de se développer dans le bâtiment. Ceux-ci sont responsables entre autres des pertes d'azote. Si on limite le temps de séjour du lisier au bâtiment, on diminue également ces pertes. Quelques méthodes de réduction de ces pertes et des odeurs sont présentées au tableau suivant.

TABLEAU 2.4
MÉTHODES DE RÉDUCTION DES ODEURS AU BÂTIMENT

STRATÉGIE DE RÉDUCTION	TECHNIQUE
DIMINUTION DE LA FORMATION D'ODEURS	PROPRETÉ DES BÂTIMENTS
	RÉDUCTION DE LA SUPERFICIE HUMIDE DES PLANCHERS
	ABATTEMENT DES POUSSIÈRES
	RÉDUCTION DU TAUX DE PROTÉINES (AZOTE ET SOUFRE)
	ÉVACUATION RAPIDE DU LISIER
	SÉPARATION FÈCES/URINE
DILUTION	VENTILATION CENTRALISÉE AVEC CHEMINÉE HAUTE
TRAITEMENT	BIOFILTRATION, LAVAGE D'AIR, ADSORPTION,...

Source : Porc Québec, *avril 2004.*

Pour évaluer la quantité d'azote dans le lisier, il faut d'abord calculer la quantité d'azote excrété par les animaux (sous la queue) pour ensuite enlever les pertes gazeuses.

N ingéré (kg) – N retenu (kg) = (N) excrété (sous la queue)

EXEMPLE

N EXCRÉTÉ = 20 463 KG – 7 173 KG = 13 290 KG DE N EXCRÉTÉ

Cette quantité d'azote excrété est soumise à des facteurs de pertes qui peuvent varier d'une entreprise agricole à l'autre. Dans le logiciel, il est convenu que le pourcentage de pertes d'azote est de 25 % au bâtiment. Ces pertes d'azote au bâtiment et lors de l'entreposage sont proposées par le CORPEN 2003.

N perdu au bâtiment = N excrété x 25 % (au bâtiment)

EXEMPLE

N PERDU AU BÂTIMENT = 13 290 KG x 25 %

N PERDU AU BÂTIMENT = 3 323 KG DE N PERDU

Lors de l'entreposage, il y a formation de gaz responsables des odeurs, entre autres l'azote sous forme ammoniacale.

Ces pertes d'azote sont considérées dans le bilan alimentaire. Comme le lisier est très peu en mouvement lors de l'entreposage, elles sont moins importantes à cette étape. Pour le calcul du bilan alimentaire, il est convenu que les pertes lors de l'entreposage du lisier sont de 5 % (CORPEN 2003).

Pertes de N à l'entreposage = (N excrété – N perdu bâtiment) x 5 %

PERTES DE N À L'ENTREPOSAGE = (13 290 KG – 3 323 KG) x 5 %

PERTES DE N À L'ENTREPOSAGE = 498 KG D'AZOTE

Nous pouvons maintenant calculer la quantité d'azote présent dans le lisier qui sera utilisé lors de l'épandage.

N lisier (kg) : N rejeté (kg) – N (au bâtiment) – N (à l'entreposage)

EXEMPLE EN TPTV

N À LA SORTIE DE L'OUVRAGE DE STOCKAGE = 13 290 KG – 3 323 KG - 498 KG = 9 469 KG

Le phosphore dans le lisier

Comme il n'y a pas de perte de phosphore au bâtiment et à l'entreposage, on présume que le phosphore sous la queue de l'animal est égal à celui qui est présent dans le lisier.

P ingéré (kg) – P retenu (kg) = P excrété (Kg) dans les déjections animales (lisier)

EXEMPLE EN TPTV

P DANS LE LISIER = 4 039 KG – 1 521 KG = 2 518 KG DE P (5 766 KG DE P_2O_5)[1]

1 : Le phosphore du lisier est exprimé en P_2O_5 parce que c'est la forme sous laquelle les analyses des lisiers sont exprimées (kg de P x 2,29 = kg de P_2O_5). En fertilisation, c'est la forme sous laquelle il sera géré sur les terres réceptrices de l'entreprise.

Les résultats de l'exemple en TPTV doivent être ramenés sur une période de 365 jours. Nous avions les données de trois élevages pour une période de 410 jours. Pour la période annuelle considérée, les rejets de phosphore sont de 5 133 kg de P_2O_5 (5 766 kg x 365 jours/410 jours).

L'azote et le phosphore dans le lisier, obtenus par les calculs du bilan alimentaire, doivent être comparés aux valeurs du document du CRAAQ. Ce processus de validation des valeurs sera vu plus en détail au chapitre 4.

Conclusion

La réalisation du bilan alimentaire n'est pas toujours possible. Certaines difficultés dues à une collecte de données incomplète empêchent de valider l'information recueillie. Pour certaines entreprises, des correctifs importants doivent être effectués dans leur suivi de gestion avant de mettre en place les opérations nécessaires à la réalisation du bilan alimentaire.

Dans le cas des entreprises fabriquant leur moulée à la ferme, la validation des données est plus importante et plus fastidieuse à réaliser. La gestion des inventaires de moulées ainsi que des aliments et ingrédients nécessaires est facilitée par la compilation informatique des données. La balance servant à fabriquer les moulées à la ferme doit être calibrée régulièrement et elle peut être reliée à un système informatique de gestion des données. En général, pour les élevages en lots, la réalisation du bilan alimentaire, la validation et la cueillette des données sont plus simples. Les entreprises porcines intégrées ou à leur compte, mais suivies par des entreprises commerciales responsables ou par un club d'encadrement technique, reçoivent généralement un relevé d'élevage à la fin de chaque lot. À partir des trois derniers relevés d'un élevage en engraissement, vous pouvez établir le bilan alimentaire.

Pour des élevages effectuant des vides sanitaires, l'utilisation de données moyennes permet de calculer le bilan alimentaire. On peut le faire à partir d'analyses moyennes des moulées et de volumes de référence annuels. Cependant, cette façon de faire peut entraîner une surestimation des rejets. Les données d'entreprises validées sont toujours préférables.

Références

PIGEON, S. // 2004. « Connaître les odeurs pour mieux les contrôler ». *Porc Québec* Vol. 15 N° 1. P. 33-39.

RICHARD, Y. ET L. PELLETIER // 1995. *Critères technico-économiques en production porcine : prise de données, calculs et vecteurs standards de données*. Centre de développement du porc du Québec. 14 p.

MALTAIS, L. ET N. MALENFANT // 2004. « Bilan alimentaire : un logiciel pour mieux refléter la réalité des entreprises porcines ». *Porc Québec* Vol. 15 N° 5. P. 47-48.

ANNEXE
Exemple pour une maternité

Pour réaliser le bilan alimentaire d'une maternité, il faut apporter une attention particulière à la gestion des inventaires de moulées et à la consommation des animaux. Ce modèle de production a des critères de validation qui sont définis différemment de ceux du modèle en engraissement. Voici les principales différences que nous avons relevées.

Pour calculer la quantité d'aliments par tête, vous aurez besoin de calculer l'effectif moyen de truies en inventaire. Il vous servira à évaluer la quantité d'aliments par truie qui est le principal paramètre de validation dans la réalisation d'un bilan alimentaire d'une maternité (chapitre 3).

Dans le logiciel, l'indice de conversion alimentaire d'une maternité est calculé seulement à partir du gain de poids des porcelets sevrés et de la quantité d'aliments ingérés par les truies. Pour évaluer le gain de poids des porcelets vous aurez besoin du nombre de porcelets sevrés et de leur poids moyen au sevrage.

Pour les indicateurs de performance, nous considérons le taux de réforme du cheptel et le gain de poids des cochettes. Des valeurs du taux de réforme sont proposées au tableau 3.2. Avec le poids des truies de réforme et celui des cochettes, vous pourrez évaluer le gain de poids des truies nécessaire au calcul de l'azote fixé par les reproducteurs annuellement.

N retenu par les truies = [Gain de poids annuel des truies présentes x 0,025] +
[N retenu pour les porcelets sevrés]

À ceci, vous ajouterez l'azote retenu par les porcelets sevrés qui se calcule à partir des éléments présentés dans l'équation suivante :

N retenu par les porcelets sevrés = [Poids de sevrage des porcelets x nombre de porcelets sevrés x 0,025] + [poids mortalité des porcelets x nombre de porcelets morts x 0,025]

Pour l'azote et le phosphore, rappelons que la quantité retenue par kg de gain est la même que pour les porcs en croissance-finition.

L'ensemble des autres équations concernant les éléments azote et phosphore se calcule de la même façon que pour la ferme exemple en engraissement TPTV.

PRODUCTIVITÉ ET PERFORMANCE

Chapitre 3

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

3 PRODUCTIVITÉ ET PERFORMANCE D'ÉLEVAGE

L'élaboration du bilan alimentaire permet d'évaluer la différence entre les éléments apportés par la ration (moulée) et ceux que les animaux retiennent pour leur croissance et leur production. Cette différence constitue les éléments rejetés dans les déjections animales. La comparaison avec des données standardisées permet d'évaluer la situation de l'entreprise et de fixer avec l'éleveur des objectifs d'amélioration.

Quantités ingérées – Quantités retenues = Quantités rejetées

Si l'entreprise est performante dans sa régie d'élevage, elle peut diminuer les superficies nécessaires pour l'épandage. Si elle ne respecte pas les normes, elle se doit d'abord de modifier les programmes alimentaires et les pratiques de régie en place dans ses bâtiments.

Si vous êtes conseiller en production végétale, ces indices vous seront fort utiles pour discerner une situation qui pourrait être améliorée.

Si vous êtes conseiller en production animale, les informations suivantes sont utiles pour déterminer les diverses actions à entreprendre pour permettre à l'entreprise de s'améliorer.

Un processus d'amélioration est toujours tributaire de sa valeur économique, qui est parfois difficile à établir pour chaque entreprise. Dans ce cas, il faudra peut-être vous associer à un agroéconomiste.

3.1 Indicateurs selon le type d'élevage

Il existe une très grande variabilité dans les résultats zootechniques au sein des élevages porcins québécois. Certains critères peuvent aider à mieux situer le niveau de productivité d'une entreprise. Selon le type d'élevage pratiqué dans l'entreprise, les indicateurs de performance varient. Les tableaux 3.1, 3.2 et 3.3 regroupent les principaux indicateurs de performance de la productivité selon le type d'élevage porcin.

Tableau 3.1
INDICATEURS DE PERFORMANCE EN ENGRAISSEMENT

	MOYENNE	25 % SUPÉRIEUR
POIDS À L'ENTRÉE (KG)	24,37	24,47
TAUX DE MORTALITÉ %	3,45	2,35
DURÉE (JOURS)	114	96
POIDS DES PORCS À L'ABATTAGE (KG)	106,9	106,82
INDICE MOYEN DE CLASSEMENT	109,6	110,1
GMQ[1] (KG)	0,8037	0,8472
GMQ AJUSTÉ 25-107 KG (KG)	0,8066	0,8496
CONVERSION ALIMENTAIRE AJUSTÉE 25-107 KG[2]	2,66	2,51
QUANTITÉ DE MOULÉE (KG) PAR PORC (25-107 KG)	218,1	205,8

Source : Centre de développement du porc du Québec (CDPQ). 2005. Compilation de données réalisées en 2003. Taille de l'échantillon : 2 560 071 porcs.
1 : GMQ = gain moyen quotidien.
2 : Conversion alimentaire = quantité de moulée consommée/kg de gain de poids.

Tableau 3.2
INDICATEURS DE PERFORMANCE EN MATERNITÉ

	MOYENNE	25 % SUPÉRIEUR
NOMBRE NÉS TOTAUX/PORTÉE	11,72	12,1
MORT-NÉS/PORTÉE	0,82	0,74
NÉS VIVANTS/PORTÉE	10,9	11,36
NOMBRE DE PORCELETS SEVRÉS/PORTÉE	9,68	10,3
ÂGE AU SEVRAGE (JOURS)	18,12	17,6
TAUX DE MORTALITÉ NAISSANCE-SEVRAGE (%)	11,22	9,32
PORTÉES SEVRÉES/TRUIE EN PRODUCTION	2,4	2,49
PORCELETS SEVRÉS/TRUIE EN PRODUCTION	23,2	25,6
TAUX DE RÉFORME INCLUANT LA MORTALITÉ %	44,28	45

Source : CDPQ. 2005. Compilation de données réalisées en 2003. Taille de l'échantillon : 216 222 truies en production et/ou 594 élevages.
La consommation moyenne des truies en maternité est estimée à 1 150 kg/année avec des variations de 1 000 à 1 250 kg/année.

Tableau 3.3
INDICATEURS DE PERFORMANCE EN POUPONNIÈRE

	MOYENNE	ÉCART	25 % SUPÉRIEUR
ÂGE À L'ENTRÉE (JOURS)	18,5	14 À 22	17
POIDS À L'ENTRÉE (KG)	5,8	4,0 À 7,0	5,25
TAUX DE MORTALITÉ %	2,5	1 À 5	<1,5
ÂGE À LA SORTIE (JOURS)	63	50 À 70	62
DURÉE (JOURS)	44,5	35 À 56	45
POIDS DES PORCELETS À LA SORTIE (KG)	24,5	22 À 30	25
GMQ[1] (KG/JOUR)	0,420	0,385 À 0,475	0,440
QUANTITÉ DE MOULÉE (KG) PAR PORC PRODUIT	29	22 À 32	28,6
CONVERSION ALIMENTAIRE[2]	1,55	1,4 À 1,65	1,45

Source : CDPQ. 2005. Compilation de données réalisées en 2003. Taille de l'échantillon : 350 000 porcelets issus de 40 élevages.
1 : GMQ= gain moyen quotidien.
2 : Conversion alimentaire = quantité de moulée consommée/kg de gain de poids.

3.2 Efficacité alimentaire, composition des moulées et rejets

Dans le calcul du bilan alimentaire, certains paramètres ont une importance déterminante sur les rejets d'un élevage. Il s'agit de l'efficacité alimentaire, de la consommation et de la composition des moulées. Ces paramètres permettront de calculer les rejets d'azote et de phosphore d'un type d'élevage ou d'une entreprise.

3.2.1 Efficacité alimentaire

L'efficacité alimentaire se définit par la quantité de moulée nécessaire pour produire une unité productive. Dans le cas d'une maternité, on calculera la quantité de moulée nécessaire par kg de porcelet sevré. En pouponnière et en engraissement, l'efficacité alimentaire correspond généralement à la quantité de moulée nécessaire pour produire un kg de poids vif.

L'efficacité alimentaire globale d'une entreprise est établie en comptabilisant la quantité totale de moulée consommée dans l'entreprise sur une base annuelle que l'on divisera par le nombre total de kg de gain de poids réalisé durant l'année.

Il est important au départ de bien définir les unités de calcul de l'efficacité alimentaire. Dans la majorité des cas, l'efficacité alimentaire est calculée en considérant la quantité de moulée par kg de gain de poids. On parle alors d'efficacité alimentaire sur gain de poids vif.

Par contre, dans certains cas, l'efficacité alimentaire peut être calculée en considérant la quantité de moulée par kg de carcasse. On parle alors d'efficacité alimentaire sur base carcasse.

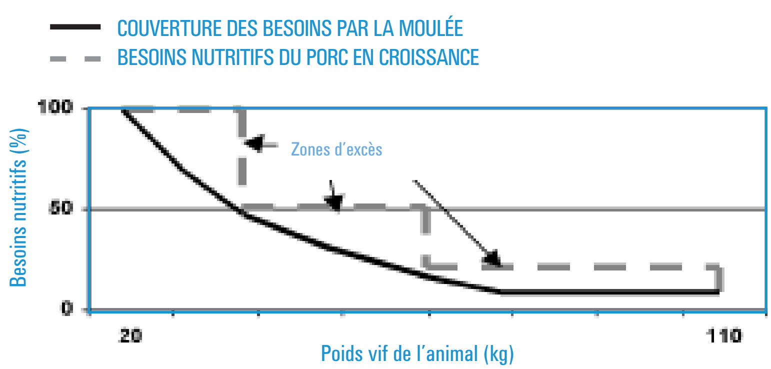
En résumé, pour un engraissement dont le poids d'entrée des porcelets est de 25 kg et le poids de sortie de 108 kg, le gain de poids vif réalisé sera de 83 kg, alors que le poids de carcasse sera de 86,4 kg (en considérant un rendement de 80 % de carcasse). Si en moyenne les porcs ont consommé 225 kg de moulée, la conversion alimentaire sur gain de poids vif sera de 2,71 et la conversion alimentaire sur base carcasse sera de 2,60.

À la lecture des résultats d'élevage d'une entreprise, on devra s'assurer que la base de calcul de la conversion alimentaire est bien définie.

3.2.2 Composition de l'aliment

Pour optimiser la performance d'un élevage, il est nécessaire d'ajuster la composition de l'aliment en fonction du stade physiologique de l'animal. Le porc a des besoins qui varient en fonction de son âge et de son stade physiologique. Les besoins en protéine et en phosphore d'un porcelet ou d'une truie en période d'allaitement exigent une plus grande concentration de nutriments dans leurs aliments que pour un porc en fin d'engraissement. À mesure qu'un porc croît, il consomme de plus en plus d'aliments. Ses besoins nutritifs, bien que plus grands en quantité absolue, peuvent être comblés par un aliment dont la concentration nutritive diminue (figure 3.1).

Figure 3.1
ÉVOLUTION DES BESOINS NUTRITIFS DES PORCS EN CROISSANCE



L'utilisation de plusieurs moulées (multiphase) en engraissement permettra de réduire les rejets de l'ordre de 10 à 20 %. Une alimentation multiphase permet de maintenir, voire d'améliorer les performances zootechniques des porcs, tout en réduisant les frais d'alimentation.

Toutefois, au-delà de cinq moulées durant la période de croissance (20 à 110 kg), les progrès obtenus sont négligeables et difficiles à gérer au quotidien. De plus, les performances zootechniques des porcs peuvent être compromises s'il n'y a pas une bonne uniformité des lots. D'ailleurs, la majorité des progrès réalisés en ce qui concerne les rejets s'effectuent avec quatre moulées (tableau 3.4).

Tableau 3.4
EFFET DU PROGRAMME ALIMENTAIRE SUR LES REJETS D'AZOTE ET DE PHOSPHORE

AZOTE	DEUX MOULÉES[1]	TROIS MOULÉES[1]	CINQ MOULÉES[1]
INGÉRÉ (KG/PORC)	6,08	5,69	5,35
RETENU (KG/PORC)	2,04	2,04	2,04
REJETÉ (KG/PORC)	4,04	3,65	3,31
RÉDUCTION DES REJETS D'AZOTE (%)	—	*10 %*	*18 %*
PHOSPHORE	**DEUX MOULÉES[1]**	**TROIS MOULÉES[1]**	**CINQ MOULÉES[1]**
INGÉRÉ (KG/PORC)	1,742	1,631	1,493
RETENU (KG/PORC)	0,496	0,496	0,496
REJETÉ (KG/PORC)	1,246	1,135	0,997
RÉDUCTION DES REJETS DE PHOSPHORE (%)	—	*8,9 %*	*20 %*

Source : Pomar, 1997.
1 : Durant la phase de 20 à 107 kg de poids vif.

BESOINS NUTRITIFS

Les besoins nutritifs d'un porc sont fonction du poids, du sexe, de l'environnement, du potentiel génétique et du niveau de performance recherchés. Tous les nutriments qui excèdent les besoins ne sont pas assimilés et sont rejetés dans l'ouvrage de stockage des déjections animales. Les préoccupations économiques et environnementales ont modifié notre façon d'aborder la nutrition des porcs. Il y a quelques années, l'accent était mis principalement sur les performances maximales, avec la meilleure qualité osseuse possible. De plus, il n'était pas rare que l'argument « J'en mets plus, donc ma moulée est meilleure... » était invoqué par les fournisseurs d'aliments et par les producteurs. Cette attitude faisait que des marges de sécurité importantes (20 à 25 %) étaient prévues lors de la formulation des moulées. Le porc ne performait pas nécessairement mieux, sauf que la quantité de rejets (azote et phosphore) dans le lisier était augmentée... tout comme le coût des moulées !

Aujourd'hui, la rentabilité des entreprises passe par l'efficacité. Les rations doivent donc apporter les nutriments nécessaires, mais sans excès. On doit réduire les marges de sécurité de 5 à 10 %. Il faut pour cela bien connaître les matières premières qui composent les moulées et les besoins réels des porcs, ce qui n'est pas toujours évident. Pour les producteurs, cela veut aussi dire de respecter le mode d'emploi (plan de rationnement) fourni par les fabricants d'aliments. À une moulée donnée correspondent une période et une quantité particulières.

La connaissance des besoins réels des porcs en élevage dépend beaucoup de la génétique. La constance dans l'approvisionnement des sujets facilite l'établissement de ces besoins. À ce chapitre, il reste beaucoup de travail à réaliser. La caractérisation des besoins nutritifs en fonction du type génétique reste une avenue de recherche déterminante à la fois pour l'optimisation des performances zootechniques et la réduction des rejets.

RATIONS ET DISPONIBILITÉ DES NUTRIMENTS

Les ingrédients qui composent les moulées ne sont pas tous digérés avec la même efficacité par les porcs. Il faut prêter une attention particulière à la disponibilité des nutriments apportés par les ingrédients sélectionnés lors de la composition des régimes. Il y a des avantages majeurs à formuler les rations sur la base de la disponibilité des nutriments. Cette pratique permet de réduire au minimum les surplus tout en permettant l'obtention de performances optimales (tableau 3.5).

Tableau 3.5
COMPOSITION DES INGRÉDIENTS COMPOSANT LES MOULÉES

INGRÉDIENT	PROTÉINE		PHOSPHORE	
	BRUTE (%)	DISPONIBILITÉ (%)	PHOSPHORE TOTAL (%)	DISPONIBILITÉ (%)
MAÏS	8,8	85	0,27	30
ORGE	11,9	83	0,34	32
TOURTEAU DE SOYA	47,2	87	0,62	33
FARINE DE VIANDE	52	78	3,05	77
PHOSPHORE DI-CALCIQUE	—	—	21,0	95

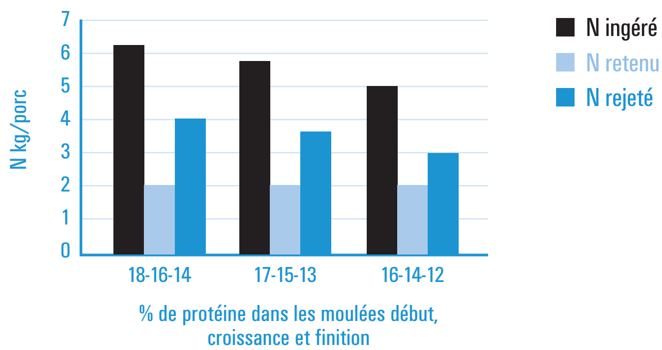
Source : adapté de la Table des matières premières. Secteur technique d'élevage, *CDPQ, 2004.*

INTRODUCTION D'ACIDES AMINÉS

Pour réduire encore plus les rejets d'azote, on limitera la quantité de protéine brute du régime. On aura recours aux acides aminés de synthèse pour répondre aux besoins spécifiques en acides aminés des porcs. Cette manière de procéder, bien maîtrisée, permet de maintenir, voire d'améliorer les performances de gain de poids et de conversion alimentaire.

Une diminution de 2 % du contenu en protéine brute de la ration peut être obtenue par l'ajout de lysine de synthèse. Ceci entraîne une réduction des rejets d'azote de 15 à 20 % (Gatel 1992; Pomar 1997) sans hausser les coûts de moulée. Au-delà de cette réduction, d'autres acides aminés de synthèse (méthionine, thréonine, tryptophane) devront être incorporés. Compte tenu des coûts d'acquisition de ces derniers, il ne s'avère pas toujours économique actuellement de réduire le contenu en protéine brute des moulées au-delà de 2 %.

Figure 3.2
ESTIMATION DES REJETS D'AZOTE CHEZ LES PORCS EN CROISSANCE EN FONCTION DE L'APPORT EN PROTÉINE DES MOULÉES



PHOSPHORE DISPONIBLE ET PHYTASE

La disponibilité du phosphore contenu dans les divers ingrédients composant une moulée est très variable. Dans les ingrédients d'origine végétale, on estime que 50 à 85 % du phosphore est non disponible, c'est-à-dire qu'il est sous forme de phytate. Le phosphore sous cette forme n'est pas utilisé par les porcs ; il est directement excrété dans le lisier.

Le porc doit donc recevoir un apport supplémentaire de phosphore (minéral) pour combler ses besoins. En formulant les rations en fonction du phosphore disponible, on répond mieux aux besoins des porcs, en minimisant les excès.

Au cours de la dernière décennie, une enzyme (phytase) a été identifiée, isolée et produite à l'échelle industrielle. Cette enzyme dégrade les phytates et rend ainsi le phosphore disponible aux animaux. Elle peut être incorporée aux aliments destinés aux porcs où elle augmente la disponibilité du phosphore contenu dans les céréales et les sources de protéines végétales.

L'utilisation de la phytase dans les rations est un moyen sûr de réduire de manière significative les rejets de phosphore dans l'ouvrage de stockage des déjections animales. Dans les pays où le produit a été utilisé, de nombreux résultats de recherche ont démontré que l'utilisation de l'enzyme permettait de conserver les mêmes performances zootechniques, voire de les améliorer, tout en réduisant les rejets. Il est à noter que l'utilisation de cette enzyme n'augmente pas actuellement le coût des moulées.

Il faut toutefois faire attention lors de la préparation des moulées. Comme c'est le cas pour de nombreuses enzymes, la phytase ne résiste pas bien à la chaleur, en présence de laquelle elle est facilement dénaturée et devient non efficace. L'utilisation de la phytase dans les moulées non cubées ne présente pas de problème. Par contre, afin de limiter les pertes durant la production d'aliments en cubes, il faut s'assurer de garder la température basse lors de la mise en comprimés des aliments. Plusieurs firmes utilisant cette enzyme de façon régulière ont opté pour l'application en liquide sur les aliments cubés préalablement refroidis. De cette façon, la phytase n'est pas détruite et conserve son activité.

Dernièrement, de nouvelles formes de phytase enrobée sont apparues sur le marché, et ce, afin d'augmenter la résistance de cette enzyme à la chaleur et aux autres conditions adverses du milieu (lumière, humidité, etc.).

3.3 Facteurs influençant les performances d'élevage et les rejets

Plusieurs facteurs influencent les performances d'élevage et la quantité de rejets produits par une entreprise. Les principaux sont la génétique, les aliments, la régie d'élevage et le statut sanitaire.

3.3.1 Génétique

La sélection des porcs en fonction de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire entraîne une réduction des rejets d'azote et de phosphore par unité productive du nombre de porcelets produits, kg de poids vif. Meilleure sera l'efficacité alimentaire d'un porc, plus il sera en mesure de croître avec un minimum d'aliments (tableau 3.6). Il y a un avantage certain à recourir à des lignées performantes pour résoudre la problématique environnementale. L'utilisation de ces lignées permet à l'entreprise de fournir à la fois des sujets de qualité à l'abattoir, d'augmenter ses propres revenus et d'avoir un impact positif sur la quantité des rejets produits (réduction de 3 à 10 %).

Tableau 3.6
EFFET DU GÉNOTYPE SUR LA VITESSE DE CROISSANCE, L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE ET LES REJETS

GÉNOTYPE	HAUTE PERFORMANCE	AMÉLIORÉ	CONVENTIONNEL
DURÉE POUR ATTEINDRE 100 KG (JOURS)	156	168	179
GAIN MOYEN QUOTIDIEN (G/JOUR)	824	760	708
CONVERSION ALIMENTAIRE	2,64	2,90	3,12
QUANTITÉ (KG) DE MOULÉE CONSOMMÉE (DE 15 À 100 KG)	235	265	290
RÉDUCTION DES REJETS			
AZOTE	7,8 %	3,5 %	—
PHOSPHORE	9,0 %	4,0 %	—

Source : adapté d'une compilation de résultats d'élevage, 2000.

3.3.2 Aliments

COMPOSITION DES RATIONS

Le porc adapte sa consommation de moulée en fonction de l'apport en nutriments, plus précisément en fonction de l'apport d'énergie. Idéalement, dans le contexte de réduction des rejets, la formulation de la moulée devrait permettre d'avoir un aliment ayant un contenu nutritif élevé tout en minimisant les excès.

Selon le niveau énergétique choisi, on dosera l'apport en protéine, en acides aminés, en minéraux et en vitamines de manière à ne pas nuire aux performances zootechniques. Les moulées destinées aux porcelets, aux porcs à l'engraissement ainsi qu'aux truies en lactation seront à priori énergétiques. Chez les futurs reproducteurs et les truies en gestation, on aura tendance à ne pas exagérer sur l'apport en énergie de manière à contrôler l'état d'embonpoint et à éviter les problèmes en élevage. Le tableau 3.7 donne un aperçu des recommandations nutritionnelles des moulées destinées aux porcs.

Tableau 3.7
COMPOSITION MOYENNE DES MOULÉES CONTENANT DE LA PHYTASE

	GESTATION	LACTATION 10-25 KG	PRÉDÉBUT 25-50 KG	DÉBUT 50-70 KG	CROISSANCE 1 70-90 KG	CROISSANCE 2 90-110 KG	FINITION
ÉNERGIE MÉTABOLISABLE (KCAL/KG)	2800-3050	3250-3450	3400-3550	3350-3450	3250-3400	3200-3400	3200-3400
PROTÉINE BRUTE (%)	12,75-14,5	16,5-19,0	21,0-23,0	18,0-20	16,0-18,0	15,0-16,0	13,5-15,5
LYSINE TOTALE (%)	0,55-0,65	0,9-1,10	1,25-1,35	1,05-1,20	0,95-1,05	0,85-0,95	0,75-0,85
GRAS (%)	< 3,5	3,5-8,0	< 8,0	< 8,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0
FIBRE BRUTE (%)	4,0-8,0	3,5-5,0	< 4,0	< 4,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
CALCIUM (%)	0,70-0,8	0,75-0,85	0,75-0,85	0,7-0,8	0,65-0,75	0,60-0,70	0,55-0,65
PHOSPHORE TOTAL (%)	0,5-0,60	0,55-0,65	0,55-0,65	0,5-0,60	0,45-0,55	0,40-0,50	0,35-0,45
SODIUM (%)	0,20-0,25	0,20-0,25	0,25-0,35	0,20-0,25	0,18-0,25	0,18-0,25	0,18-0,25

Source : compilation de données issues de plusieurs sources québécoises.

TEXTURE DES MOULÉES

La texture des moulées (comprimés vs farine) a un impact sur les résultats zootechniques des porcs et sur les rejets. Une moulée servie en comprimés se consomme plus facilement et laisse moins de dépôts dans les mangeoires ou sur les planchers. Généralement, le gain de poids et la conversion alimentaire obtenus avec ces moulées sont améliorés.

Plusieurs résultats de recherche démontrent que la vitesse de croissance est supérieure de 2 à 7 % et la conversion alimentaire réduite de 3 à 8 % avec les moulées en comprimés. Les écarts d'amélioration observés s'expliquent par le mode de distribution des moulées. Les taux d'amélioration les plus élevés (7 % GMQ et 8 % C/A) ont été obtenus dans le cas où la distribution des moulées était faite au sol. Les taux d'amélioration entre la moulée en comprimés et la farine étaient plus faibles avec la distribution en trémie humide.

On explique l'amélioration du gain de poids journalier en grande partie par une plus grande consommation quotidienne de moulée compte tenu de la texture. Une diminution des pertes de moulée (moins de poussière), jumelée à une digestibilité accrue (provoquée par le traitement thermique : 77 à 100 °C), améliore la conversion alimentaire.

Les comprimés, comparativement à la farine, ont aussi l'avantage d'être moins sujets à la ségrégation des particules qui se produit lors du transport et de l'entreposage des moulées dans les silos à la ferme.

GRANULOMÉTRIE

La granulométrie fait référence à la taille des particules des matières premières composant la moulée. L'objectif premier pour minimiser les rejets et le coût d'alimentation est d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'aliment, et ce, afin de maximiser l'ingestion des nutriments autant chez les truies que chez les porcs en engraissement.

La réduction de la taille des particules augmente la surface de contact avec les enzymes digestives et donc, améliorera l'assimilation et la disponibilité des nutriments pour l'animal. La taille des particules aura aussi un effet sur la manipulation et les caractéristiques de l'aliment ainsi que sur la morphologie de l'estomac. Selon l'âge de l'animal et son stade de production, il est important de respecter une taille précise des particules (granulométrie) afin de maximiser l'utilisation de la moulée et les performances.

Effet de la granulométrie sur les performances des porcs en engraissement

Plusieurs études démontrent qu'il y a une amélioration des performances chez les porcs en engraissement avec la réduction de la taille des particules de l'aliment. Allee (1986) a démontré que, chez des porcs en croissance et finition, la réduction de la taille des particules améliorait les performances de gain de 11 % et la conversion alimentaire de 9 %. La réduction de la taille des particules passait de 1 159 à 711 microns, correspondant à l'utilisation d'une passe de 1/8 comparativement à une passe de 1/4.

Wondra et al. (1995), ont démontré que la consommation journalière d'aliments et la conversion alimentaire diminuaient avec la réduction de la taille des particules de maïs de 1 000 à 400 microns (tableau 3.8). La principale raison qui explique cette amélioration de la conversion est l'augmentation de la digestibilité de la ration, puisque l'ingestion de l'aliment est fortement influencée par la concentration énergétique de la ration. On peut constater qu'il y a une amélioration de la digestibilité apparente de la matière sèche, de l'azote et de l'énergie avec la diminution de la taille des particules.

Tableau 3.8
EFFET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DU PORC EN ENGRAISSEMENT ET SUR LA DIGESTIBILITÉ APPARENTE DES NUTRIMENTS

PARAMÈTRE	TAILLE DES PARTICULES (˜M)[1]			
	1 000	800	600	400
GAIN DE POIDS (KG)	0,99	1,01	1,02	0,99
PRISE ALIMENTAIRE (KG)	3,29	3,18	3,14	2,98
CONVERSION ALIMENTAIRE	3,32	3,14	3,08	3,01
DIGESTIBILITÉ APPARENTE (%) MATIÈRE SÈCHE	84,1	85,1	86,1	87,3
AZOTE	79,0	79,8	80,8	83,7
ÉNERGIE	83,3	84,6	85,7	87,5

1 : ˜M : micron.
Source : Wondra et al., 1995.

Selon Patience (1995), les porcs plus âgés bénéficient plus de la réduction de la taille des particules que les jeunes porcelets en termes d'augmentation de la digestibilité de la matière sèche, de l'énergie et de la protéine.

Hancock (1996), estime que pour chaque réduction de 100 microns du diamètre des particules, la conversion alimentaire (sur une base de gain de poids vif) s'améliore de 1 à 1,5 % pour des tailles de particules allant de 1 200 à 400 microns.

La diminution de la taille des particules dans les rations améliore la croissance et l'efficacité alimentaire chez les porcelets et les porcs en engraissement (Giesemann et al. 1990; Goodband et al. 1993; Healy et al. 1994; Wondra et al. 1995; Patience 1995; Hancock 1996). Elle augmente également les performances de lactation chez les truies (Wondra et al. 995) par une augmentation de la digestibilité des nutriments de la ration.

Cependant, la réduction de la taille des particules augmente l'incidence des lésions stomacales (ulcères) lorsque les moutures sont trop fines. Considérant tous ces facteurs, soit le coût de production, les performances zootechniques, la morphologie stomacale et la digestibilité des nutriments, les différents auteurs s'accordent pour dire qu'une taille des particules de 600 microns semble un compromis acceptable pour le porcelet, le porc à l'engraissement et la truie en lactation.

Granulométrie

La taille des particules visée est :

- maximum de 20 % de particules plus petites que 300 microns;
- maximum de 3 % de particules plus grandes que 2 300 microns;
  pour les porcelets et les porcs en engraissement, il est recommandé d'avoir une taille des particules de 600 microns en moyenne, avec une variation acceptable de 500 et 700 microns;
- pour les truies, il est recommandé d'avoir une taille moyenne des particules de 700 microns, avec une variation acceptable de 600 microns pour les truies en lactation et 850 microns pour les truies en gestation.

3.3.3 Régie d'élevage (température, densité d'élevage, etc.)

La régie d'élevage influence de manière significative les performances zootechniques et les rejets des élevages. Les principaux paramètres à considérer sont la température, la densité d'élevage et le bien-être.

TEMPÉRATURE

La température ambiante a un impact sur les performances des élevages. Compte tenu de sa physiologie, le porc préfère un certain niveau de chaleur. Cette température est appelée température de confort. Elle varie selon le stade physiologique, l'âge et le poids de l'animal. Ainsi, lorsqu'on s'éloigne de la température de confort, le porc peut adapter plus ou moins sa consommation journalière de moulée. Cette adaptation entraîne bien souvent des pertes d'efficacité et de productivité dans les élevages. Il est donc recommandé de respecter le plus possible la température de confort.

Truies en gestation et en lactation

La température de confort des truies gardées en groupe est de 14 °C et elle est de 20 °C pour les truies gardées en cage. Il faudra ajuster la distribution de moulée de 40 g/°C en deçà de la température de confort pour les truies en groupe et de 75 g/°C pour les truies en cage. Donc, une truie gardée à 12 °C en groupe devra recevoir 80 g de moulée de plus par jour [(14-12 °C) x 40 g/°C = 80 g)]. Pour une truie en cage, il faudra compter 600 g de moulée de plus par jour [((20-12 °C) x 75 g/°C = 600 g)]. Référence : *Mémento de l'éleveur de porc, 2000*.

Température recommandée pour des porcs en croissance

Le niveau de consommation des porcs diminue avec une température ambiante supérieure à 25 °C. Cette diminution est plus importante chez les porcs en finition qu'en début d'engraissement. Selon le stade de croissance, la chute de la consommation d'aliments varie en moyenne de 40 à 100 g par jour par degré °C lorsque la température varie entre 25 et 29 °C :

- 40 g pour les jeunes porcelets (25 à 50 kg);
- 75 g pour les porcs en croissance (50 à 75 kg);
- 100 g pour les porcs en finition (75 à 110 kg).

À l'inverse, toute diminution de la température en deçà de 20 à 22 °C s'accompagne d'une augmentation de la prise alimentaire, qui est d'autant plus importante que les porcs sont lourds. Selon le stade de croissance, la hausse de la consommation d'aliments varie en moyenne de 35 à 90 g par jour par degré entre 14 et 22 °C :

- 35 g pour les jeunes porcelets (25 à 50 kg);
- 70 g pour les porcs en croissance (50 à 75 kg);
- 90 g pour les porcs en finition (75 à 110 kg).

Référence : *Mémento de l'éleveur de porc, 2000*.

CONDUITE D'ÉLEVAGE

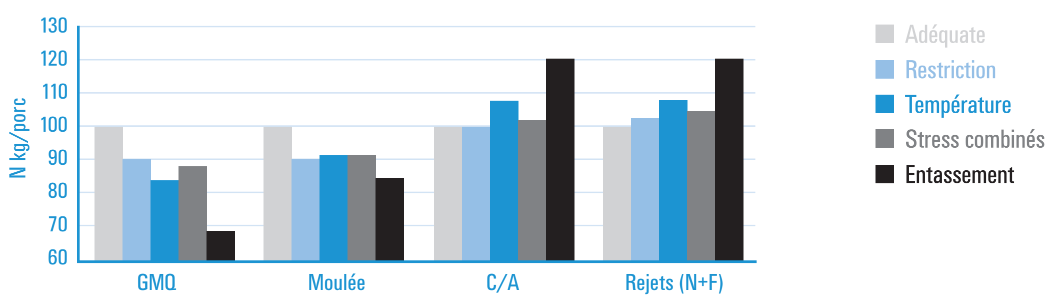
Le stress a un effet négatif sur les performances zootechniques des porcs. Dans bien des cas, les porcs sont exposés à plusieurs stress en même temps. Une étude publiée en 1998 (Hyun et coll.) a démontré les effets négatifs du stress sur les performances des porcs. Le tableau 3.9 et la figure 3.3 résument cette étude. Un élevage dont les porcs sont entassés en été et dont le mode de distribution de l'eau et des aliments engendre de la compétition verra ses performances de croissance réduites (de 10 à 20 %) et sa conversion alimentaire augmenter rapidement (de 5 à 15 %). La quantité d'azote et de phosphore rejetés par cet élevage sera plus élevée.

TABLEAU 3.9
EFFET DES FACTEURS DE STRESS SUR LES PERFORMANCES DU PORC

TEMPÉRATURE	ENTASSEMENT	COMPÉTITION (NOURRITURE)	GMQ[1] (G/JOUR)	CONSOMMATION (KG/JOUR)	CONVERSION
–	–	–	876	2,18	2,50
+	–	–	792	1,99	2,50
–	+	–	734	2,00	2,70
–	–	+	777	2,01	2,56
+	+	–	608	1,80	2,94
+	–	+	676	1,83	2,70
–	+	+	657	1,88	2,86
+	+	+	606	1,85	3,03

Source : Hyun et coll., 1998.
1 : GMQ : gain moyen quotidien.

Figure 3.3
IMPACT DU STRESS SUR LES PERFORMANCES DES PORCS EN ENGRAISSEMENT ET LES REJETS



3.3.4 Statut sanitaire

Le statut sanitaire des élevages a un effet sur la quantité de rejets dans l'environnement. Il est reconnu qu'un porc malade voit sa vitesse de croissance réduite de 2 à 15 % et sa conversion alimentaire augmentée de 0,1 à 0,4 selon la maladie en cause (tableau 3.10). Les porcs malades ont moins d'appétit et utilisent la moulée pour combattre les agents pathogènes. Ils passent plus de temps dans les élevages, génèrent plus de lisier et rejettent plus de nutriments dans leur environnement. Ils sont aussi plus gras, se classent moins bien à l'abattage et rapportent moins.

Tableau 3.10

IMPACT DE CERTAINES MALADIES SUR LA CONVERSION ALIMENTAIRE DES PORCS EN CROISSANCE

MALADIE	IMPACT SUR LA CONVERSION ALIMENTAIRE	QUANTITÉ DE MOULÉE SUPPLÉMENTAIRE (KG/PORC)
GASTRO-ENTÉRITE TRANSMISSIBLE	+ 0,10	8,75
PNEUMONIE ENZOOTIQUE	+ 0,20 À 0,40	17,25 À 34,35
RHINITE ATROPHIQUE	+ 0,10 À 0,20	9,75 À 17,25
DYSENTERIE PORCINE	+ 0,05 À 0,20	4,5 À 17,25
GALE SARCOPTIQUE	+ 0,10 À 0,30	8,75 À 25,5

Source : English, 1988.

3.3.5 Autres facteurs

Dans l'optique de réduire les rejets à la source, il faut garder en tête que l'ennemi numéro 1 est le gaspillage de moulée. On a tendance à sous-estimer ce gaspillage. Par exemple, dans un engraissement d'une capacité de 1 000 places, si chaque porc reçoit 100 g de moulée en trop quotidiennement, ceci représente 36,5 tonnes métriques de moulée gaspillées chaque année. Dans la fosse à purin, on retrouvera une tonne métrique d'azote, 240 kg de phosphore et 300 kg de potassium en plus. Le choix et la gestion des équipements d'alimentation sont importants et doivent permettre de limiter le gaspillage.

L'alimentation à volonté des porcs à l'aide de trémies devient incontournable. Ce mode de distribution permet d'augmenter la vitesse de croissance et de réduire la quantité de moulée nécessaire pour chaque kg de chair produit (gain amélioré de 5 à 10 % et réduction de la conversion de 4 à 7 %) en plus de limiter le gaspillage. L'amélioration de l'efficacité alimentaire a un effet direct sur la production de lisier et son contenu d'azote et de phosphore. L'usage d'auges et de trémies occasionne une réduction des rejets d'azote et de phosphore d'environ 10 % comparativement à l'alimentation au sol. On devrait éviter de nourrir les porcs au sol, car ce mode d'alimentation augmente la quantité des rejets produits par une entreprise. De plus, il s'agit d'un mode contre-productif, puisqu'il ne favorise pas l'obtention des meilleurs résultats zootechniques.

Enfin, le recours à des trémies-abreuvoirs, au même titre qu'aux bols économiseurs, réduit au minimum le gaspillage d'eau (réduction des volumes de lisier de 25 à 35 %) comparativement aux tétines (Granger 1997; Urgel Delisle 1998). Par contre, il faut voir à régler les équipements régulièrement pour qu'ils demeurent efficaces et performants.

Conclusion

En ayant recours aux différentes possibilités énumérées dans ce texte, il est possible d'entrevoir une réduction des rejets pouvant atteindre 20 à 40 % pour l'azote et 40 à 55 % pour le phosphore, et ce, sans compromettre les performances zootechniques et économiques de l'entreprise.

Plusieurs éléments combinés permettent d'atteindre ces diminutions :

- la combinaison de la génétique, du statut sanitaire, des bonnes pratiques d'élevage et du mode d'alimentation engendre une réduction de 10 à 25 % des rejets d'azote et de phosphore, selon le cas;
- la formulation des rations en fonction des besoins des porcs et le recours à plusieurs moulées durant l'élevage permettent de réduire les rejets d'azote et de phosphore encore de 10 à 15 %;
- la réduction de 2 % du contenu en protéine brute des moulées et la formulation sur la base d'acides animés permettent de réduire les rejets d'azote de l'ordre de 15 à 20 %;
- l'utilisation de la phytase procure, selon le mode d'alimentation, une réduction supplémentaire des rejets de phosphore de 20 à 35 %.

Le bilan alimentaire permet d'évaluer la situation réelle de l'entreprise et d'en mesurer l'évolution. C'est un outil intéressant dans le diagnostic de problèmes au sein de l'entreprise et il permet l'adoption rapide de mesures qui auront des impacts non seulement sur le plan environnemental, mais aussi et surtout sur la rentabilité de l'entreprise.

« Le bilan alimentaire est le premier outil permettant d'établir la marge de manœuvre dont une entreprise dispose dans les réductions à la source des rejets d'azote et de phosphore. »

Références

CDPQ // 2004. *Table des matières premières. Secteur des techniques d'élevage.* Décembre 2004. 31 p.

CDPQ // 2005. *Performances en maternité et en engraissement. Évolution des performances maternité et engraissement 1999 à 2003.*

ENGLISH, P.R. ET COLL. // 1988. *The growing and finishing pig : improving efficiency.* Farming Press. P. 19.

GIESEMANN, M.A. ET COLL. // 1990. « Effect of particle size of corn and grain sorghum on growth and digestibility of growing pigs ». *Journal of Animal Science* 68 Suppl. N° 1 : 104 (Abstract).

GRANGER, F. ET COLL. // 1997. « Effets de la trémie-abreuvoir pour réduire du tiers les volumes de lisier ». *Porc Québec* Vol. 8 N° 5. P. 19-22.

HANCOCK, J.D. // 1996. *Effects of Grinding and Pelleting on the Nutritional Value of Cereal Grains and Diet for Pigs.* Kansas State University. 13 p.

HEALY, B.J. ET COLL. // 1994. « Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs ». *Journal of Animal Science* N° 72. P. 2227-2236.

HYUN,Y. ET COLL. // 1998. *Journal of Animal Science* N° 76. P. 721-727.

MÉMENTO DE L'ÉLEVEUR DE PORC **//** 2000. Institut technique du porc. P. 49-55.

POMAR, C. // 12 novembre 1997. *Contrôle des rejets d'azote et de phosphore par le biais de l'alimentation chez le porc en croissance.* Ordre des agronomes du Québec.

SPURLOCK, M.E. // 1997. « Regulation of metabolism and growth during immune challenge and overview of cytokine function ». *Journal of Animal Science* N° 75. P. 1773-1783.

URGEL DELISLE ET ASSOCIÉS // 1998. *Effet de l'utilisation des trémies-abreuvoirs et des bols-abreuvoirs sur la production de lisier de porcs en croissance.* Rapport final. Fédération des producteurs de porcs du Québec.

WILLIAMS, N.H. ET AUTRES // 1997. « Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg ». *Journal of Animal Science* N° 75. P. 2481-2496.

WONDRA, K.J. ET COLL. // 1995. « Effects of grinding and pelleting on the nutritional value of cereal grains and diets for pigs ». *Journal of Animal Science* N° 73. P. 427-432.

EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES ET DOCUMENTS D'APPUI

Chapitre 4

Table des matières

Annexes

4

La méthode du bilan alimentaire, comme on l'a que déjà mentionné, permet de quantifier les rejets d'azote et de phosphore d'un lieu d'élevage. Tout au long de sa réalisation, nous comparons des indicateurs avec des valeurs standardisées d'élevage. Une fois les calculs terminés, il faut mettre en relation la charge en éléments nutritifs obtenue par le bilan alimentaire avec celle obtenue par la caractérisation des lisiers et la charge évaluée avec les valeurs de référence. Cette comparaison permet aux éleveurs de connaître leurs besoins précis en superficies d'épandage et, dans certains cas, de diminuer les surfaces requises.

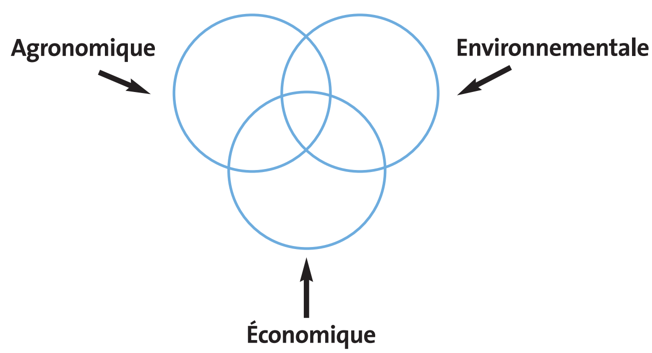
Avant d'aborder cette comparaison et les principales conclusions qu'on en tire, situons le bilan alimentaire dans l'ensemble des outils de gestion environnementale afin de bien saisir sa portée. Compte tenu de la problématique particulière du phosphore au Québec, l'accent est mis sur cet élément.

4.1 Démarche agroenvironnementale

La démarche agroenvironnementale d'une ferme porcine permet de mettre en place des pratiques favorisant la protection des ressources eau-air-sol. Toute démarche de cette ampleur vise à faire un diagnostic de la situation de l'entreprise, pour ensuite proposer à l'agriculteur des recommandations dont la réalisation peut s'étaler sur plusieurs années. Plusieurs personnes-ressources peuvent être appelées à y contribuer. Par exemple, un agronome pourrait réaliser un bilan alimentaire et le conseiller en gestion pourrait faire l'évaluation économique des solutions proposées.

En somme, la démarche agroenvironnementale proposée doit tenir compte des aspects agronomiques, environnementaux et économiques de l'entreprise agricole.

DÉMARCHE AGROENVIRONNEMENTALE



Source : formation sur les PAEF et les PAEV organisée par l'Ordre des agronomes du Québec (OAQ).

Ces recommandations peuvent se retrouver dans un plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA) ou dans le plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) de l'entreprise agricole. Le PAA est un processus d'accompagnement ferme par ferme conforme au modèle national de planification de ferme agroenvironnementale du cadre stratégique canadien d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. La réalisation du bilan alimentaire est un des outils de gestion environnementale fortement recommandés dans la démarche agroenvironnementale de l'entreprise porcine, mais non exigés par le Règlement sur les exploitations agricoles (REA).

4.2 Règlement sur les exploitations agricoles (REA)

Le Règlement sur les exploitations agricoles vise à susciter une pratique agricole qui s'harmonise mieux aux besoins de protection de l'environnement. Sa mise en place vise à accroître les gains environnementaux par l'amélioration de la qualité de l'eau et la recherche d'un meilleur équilibre entre les besoins des plantes en éléments nutritifs et la capacité de support des sols. Il balise la gestion des déjections animales et des autres matières fertilisantes quant à leur stockage, à leur épandage et à leur traitement.

Jadis axées sur l'azote, les normes de fertilisation se sont raffinées pour mieux gérer le phosphore, qui est particulièrement problématique dans certains bassins versants du Québec. La teneur et la saturation élevée en phosphore des sols, combinées au phénomène de ruissellement de l'eau, contribuent au transport du phosphore vers les cours d'eau et, par conséquent, à une dégradation progressive de la qualité de l'eau.

La section suivante présente les principaux documents relatifs à l'application des normes de fertilisation qui sont exigés des exploitations agricoles par le REA .

4.2.1 Outils de fertilisation exigés par le REA

Dans l'encadré suivant, les éléments en caractères gras sont des documents qui doivent être maintenus à jour annuellement par l'entreprise agricole. Ces documents sont en quelque sorte la preuve que l'agriculteur satisfait aux exigences du REA.

RÉALISATION D'UN **PLAN AGROENVIRONNEMENTAL DE FERTILISATION (PAEF)**

(PAR EXPLOITATION AGRICOLE QUI CULTIVE)

ANALYSE DE SOL (MINIMUM UNE FOIS TOUS LES CINQ ANS)

ANALYSE DE LISIER (ANNUELLE - KG P_2O_5/TONNE)

REGISTRE D'ÉPANDAGE (VOLUME ANNUEL DES DÉJECTIONS ANIMALES PRODUITES EN M^3)

BILAN DE PHOSPHORE (KG DE P_2O_5 À VALORISER)

PAEF

Le PAEF est réalisé dans le but de permettre la gestion agronomique et environnementale adéquate des matières fertilisantes de l'entreprise agricole en tenant compte de tous les facteurs pouvant influencer la fertilisation. Souvent, le premier niveau d'intervention est de diminuer la quantité de fertilisants importés dans l'entreprise (engrais minéraux ou engrais organiques). L'ensemble des recommandations doit être présenté dans un document de synthèse afin de fournir rapidement un portrait global de la situation de l'entreprise.

Ce document de synthèse contient les informations suivantes :

- bilan de phosphore de l'entreprise;
- recommandations en fertilisation par champ en fonction :
  - des analyses de sol;
  - du type de culture;
  - des analyses des déjections animales;
  - des quantités de déjections animales épandues;
- diagnostic agroenvironnemental;
- démarche agroenvironnementale.

RECOMMANDATIONS CHAMP PAR CHAMP

Les recommandations de fertilisation champ par champ nécessitent plusieurs informations dont les plans de ferme et de culture, le rendement des cultures, les diverses sources et quantités de matières fertilisantes, leurs concentrations en éléments nutritifs ainsi que les analyses de sol. Soulignons que les lisiers de porc ne peuvent pas toujours combler les besoins totaux en azote des cultures. Les dépôts de phosphore maximums admis sont souvent atteints avant les besoins en azote de la culture, surtout pour les sols riches et excessivement riches en phosphore. La conservation de l'azote dans le lisier lors de l'entreposage et de l'épandage prend donc de l'importance tant du point de vue agronomique qu'économique. La section 2.3.5 du chapitre 2 aborde ce sujet.

BILAN DE PHOSPHORE

Le bilan de phosphore mesure la capacité d'un lieu d'élevage à épandre sa charge de phosphore sur des terres en propriété, en location ou faisant l'objet d'une entente d'épandage. Pour quelques entreprises porcines, cette charge de phosphore peut être recyclée également par traitement des lisiers et par l'exportation des sous-produits issus de ce traitement.

Les exploitations porcines doivent produire et mettre à jour annuellement leur bilan de phosphore pour chaque lieu d'élevage en établissant annuellement la quantité de phosphore produit par son cheptel combinée à celle de toute autre matière fertilisante utilisée. Le bilan doit aussi indiquer la quantité pouvant être épandue sur les terres disponibles en respectant les dépôts maximums annuels de phosphore fixés à l'annexe I du REA. Ces dépôts sont établis en fonction des teneurs en phosphore des sols, des pourcentages de saturation en phosphore des sols, des cultures et de leurs rendements.

Dans l'encadré qui suit, on a regroupé l'ensemble des données requises pour produire le bilan de phosphore de l'entreprise agricole.

BILAN DE PHOSPHORE (EN DÉFICIT/EN ÉQUILIBRE/EN SURPLUS)	
CHARGE DE PHOSPHORE À GÉRER	**CAPACITÉ DE DISPOSITION**
• PRODUITE PAR LE CHEPTEL	• SUPERFICIE EN PROPRIÉTÉ
• ENGRAIS MINÉRAUX ACHETÉS	• LOCATION ET ENTENTES D'ÉPANDAGE
• FUMIERS, SOUS-PRODUITS DE TRAITEMENT ET/OU MATIÈRES RÉSIDUELLES FERTILISANTES IMPORTÉES	• TRAITEMENT ET EXPORTATION OU DESTRUCTION

Source : adapté de la formation sur la préparation des PAEF donnée par l'OAQ.

La réalisation du bilan de phosphore permet aux entreprises agricoles de connaître les rejets réels de phosphore de la ferme à partir d'une caractérisation rigoureuse des déjections animales produites au lieu d'élevage porcin. Sa mise à jour annuelle situe l'entreprise agricole face à l'échéancier prévu au REA. Cet échéancier vise l'atteinte des superficies requises pour disposer de 50 % de la charge de phosphore en 2005, de 75 % en 2008 et de 100 % en 2010.

REGISTRE D'ÉPANDAGE ET/OU D'EXPÉDITION

Le registre d'épandage consigne toutes les activités d'épandage de matières fertilisantes (engrais organiques, engrais minéraux, sous-produits de traitement, MRF) qui ont été réalisées pendant la saison de culture pour l'ensemble des terres cultivées par l'entreprise agricole. Il permet de constater la fertilisation réellement effectuée lors du suivi des recommandations de fertilisation prévues au PAEF. Un exemple est présenté à l'annexe 4.1.

Certaines entreprises agricoles qui ne cultivent pas les terres qui recevront leurs déjections animales prépareront un registre d'expédition. Ce registre consigne l'ensemble des volumes expédiés chez les producteurs receveurs de déjections animales.

4.2.2 Caractérisation des déjections animales à la ferme

Le REA impose la caractérisation à la ferme des déjections animales afin d'élaborer le PAEF et le bilan de phosphore de l'entreprise. Cette caractérisation ferme par ferme implique la mesure des éléments suivants :

- le volume et la masse des déjections animales produites;
- la concentration en éléments fertilisants (N - P_2O_5 - K_2O) de ces déjections animales.

Selon le REA, on obtient la production annuelle de phosphore en multipliant le volume annuel (m^3) des déjections animales produites sur un lieu d'élevage par la concentration moyenne en phosphore (kg/tonne) de ces déjections animales.

Charge de phosphore = Volume (m^3) x analyse (kg de P_2O_5/tonne) x 1 000 kg/m^3
= Kg de P_2O_5 à valoriser

Le volume (m^3) annuel des déjections animales est déterminé soit à partir du registre d'épandage (annexe 4.1) ou du suivi des volumes contenus dans l'ouvrage de stockage (mesure de lisier à la fosse). Le suivi rigoureux des volumes permet d'établir le volume produit annuellement qui servira à la caractérisation des effluents d'élevage.

La concentration en phosphore et autres éléments fertilisants s'établit par une analyse représentative, effectuée en laboratoire, des lisiers à gérer. L'échantillon de fumier ou de lisier, tout comme l'échantillon de sol, doit être représentatif dans la mesure où il se rapproche le plus possible de la situation réelle de l'entreprise. On retrouve l'essentiel de cette démarche dans le *Protocole d'échantillonnage des engrais de ferme du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec* (CRAAQ) (mars 2003). Un exemple des résultats d'une analyse de lisier est présenté à l'annexe 4.2.

Les valeurs issues de cette caractérisation doivent représenter la situation réelle de l'entreprise. Elles servent de base aux recommandations en fertilisation prévues dans le PAEF, notamment pour déterminer les périodes et les doses d'épandage du lisier.

4.2.3 Processus de validation de la charge de phosphore à gérer

Voici les quatre étapes suggérées dans le processus de validation de la charge de phosphore obtenue par la caractérisation à la ferme :

ÉTAPE 1 : Caractérisation selon un protocole d'échantillonnage reconnu;

ÉTAPE 2 : Validation des données en se servant des valeurs de référence et/ou du bilan alimentaire;

ÉTAPE 3 : Acceptation ou rejet des données issues de la caractérisation;

ÉTAPE 4 : Proposition d'un plan d'action relatif à la caractérisation à la ferme si les données sont rejetées.

VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les résultats obtenus par la caractérisation doivent être validés avec des valeurs de référence comme celles du CRAAQ (janvier 2005). Pour produire ces valeurs de référence, la méthode de caractérisation des effluents d'élevage a été privilégiée et le bilan alimentaire a été utilisé pour valider les résultats de la caractérisation. Elles proviennent d'un échantillonnage réalisé sur plus d'une centaine d'exploitations agricoles (*Étude sur la caractérisation des volumes et des concentrations en éléments fertilisants des déjections animales liquides en Chaudière-Appalaches*, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), février 2004).

Dans ce contexte, les ministères du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec et de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ont convenu que les valeurs contenues dans le document du CRAAQ concernant les charges fertilisantes des effluents d'élevage peuvent servir de référence. Le document est accessible sur le site Internet du CRAAQ (**http://pub.craaq.qc.ca/transit/validees/tdm.pdf**).

La charge de phosphore à gérer, obtenue par la méthode du bilan alimentaire, est un indicateur intéressant pour valider les résultats obtenus lors d'une caractérisation des déjections animales. Contrairement à la caractérisation, le bilan alimentaire ne fournit aucune donnée relative au volume et à la concentration en éléments fertilisants des déjections animales. Donc, les valeurs du bilan alimentaire ne sont pas suffisantes pour élaborer un PAEF.

Les valeurs du bilan alimentaire permettent plutôt de valider la charge en éléments fertilisants provenant des déjections produites par le cheptel.

La comparaison des valeurs issues de la caractérisation, des valeurs de référence et de celles du bilan alimentaire nécessite le jugement professionnel de l'agronome.

4.2.4 Exemple de validation de la charge de phosphore chez un finisseur

L'exemple présenté comprend un seul site porcin dont l'inventaire moyen du cheptel est de 1 067 porcs à l'engraissement avec trémies-abreuvoirs. Le bilan de phosphore de l'entreprise est présenté à l'annexe 4.3. Les étapes proposées à la section précédente sont appliquées à cette entreprise.

ÉTAPE 1 : Ainsi, on constate que le volume de lisier épandu (registre d'épandage) est de 1 700 m^3. L'analyse de lisier présente une concentration de 2,9 kg de P_2O_5/tonne.

Charge de phosphore = 1 700 m^3 x 2,9 kg de P_2O_5/tonne x 1 tonne/m^3
= 4 930 kg de P_2O_5.

ÉTAPE 2 : Pour ce troupeau porcin, la charge de phosphore obtenue par la caractérisation est de 4 930 kg de P_2O_5. Pour le même cheptel, la charge calculée avec les valeurs de référence du CRAAQ est de 4 418 kg de P_2O_5, alors que celle du bilan alimentaire est de 5 133 kg de P_2O_5.

ÉTAPE 3 : À partir de ces comparaisons, l'agronome est en mesure d'accepter ou de rejeter les valeurs obtenues de la caractérisation. Dans notre exemple, les données issues de la caractérisation sont acceptables d'une part, parce qu'elles se situent dans les fourchettes des valeurs de référence du CRAAQ pour le volume annuel de lisier produit et pour la concentration en phosphore de ce lisier et d'autre part, parce que le résultat du bilan alimentaire est très proche des données de la caractérisation (écart de 203 kg).

ÉTAPE 4 : L'agronome propose un plan d'action au producteur agricole en vue de continuer d'améliorer la gestion des matières fertilisantes sur la ferme.

À l'étape 4, cela pourrait signifier de revoir le programme alimentaire avec son conseiller, d'améliorer la régie d'élevage, de continuer de faire une analyse de lisier annuellement, de mesurer les volumes sortis directement de l'ouvrage de stockage.

Si vous vous référez au modèle de mise à jour du bilan de phosphore que vous trouverez à l'annexe 4.3, l'agronome établit cette charge avec les données qui sont, selon son jugement professionnel, les plus valides pour l'entreprise désignée. Ces données sont issues de valeurs de référence ou de la caractérisation des lisiers. On se rappelle que la caractérisation est exigée par le REA; les valeurs de référence sont choisies si l'agronome juge qu'il y a un défaut dans la prise de données lors de la caractérisation.

4.3 Capacité de disposition de la charge de phosphore

L'exploitant dispose de la charge phosphore sur des parcelles en culture, soit en propriété ou en location ou par entente d'épandage écrite avec un tiers.

Il peut aussi démontrer sa capacité à disposer de toutes les matières fertilisantes produites ou importées, soit par traitement et transformation en produits utiles et exportés ou par destruction.

Pour déterminer cette capacité de disposition, l'agronome doit s'assurer auprès de l'exploitant agricole de posséder les informations suivantes :

- des analyses de sol pour chaque parcelle en culture (analyses d'au plus cinq ans); une évaluation des volumes réels des déjections animales produites (registres d'épandage et/ou d'expédition et mesure des volumes à la fosse);
- des analyses de déjections animales par l'utilisation de protocoles d'échantillonnage et d'analyse reconnus;
- les données concernant le cheptel, les superficies cultivées de même que les cultures prévues.

Dans l'exemple présenté à l'annexe 4.3, le finisseur est en production sans sol. Il expédie la totalité des lisiers produits à l'extérieur chez des receveurs avec qui il a conclu des ententes d'épandage. Cependant, la capacité de ces terres sous entente n'est pas suffisante pour disposer de tout son lisier selon les abaques de dépôts maximums annuels de phosphore du REA. Son ratio de disposition est de 71 %. La mise à jour du bilan de phosphore nous permettra de situer l'entreprise par rapport à l'échéancier de 2010 visant à disposer de 100 % de sa charge phosphore.

Des ajustements sont présentés dans la démarche agroenvironnementale de l'entreprise comme la recherche de terres supplémentaires, la révision du processus d'échantillonnage des lisiers avec le producteur et la mesure des volumes de lisiers produits dans le ou les ouvrages de stockage; d'autres éléments faisant partie de la régie d'élevage sont également à discuter avec le producteur. Par exemple, un nouveau programme alimentaire permettrait de modifier la composition des rations en vue de réduire les rejets de phosphore et d'azote. Toutefois, cette réduction doit toujours tenir compte du maintien des performances d'élevage.

4.4 Conclusion

La réalisation du bilan alimentaire pour les entreprises porcines s'avère un outil de gestion, de planification et de diagnostic très intéressant. Il permet ainsi de mesurer le potentiel de réduction du phosphore à la source et de revoir certains éléments dans la régie d'alimentation et d'élevage de l'entreprise.

À court terme, la réalisation du bilan alimentaire permet de valider les résultats issus de la caractérisation. Rappelons que la caractérisation des déjections animales pour l'évaluation de la charge de phosphore est la seule méthode présentement reconnue dans le REA. Par contre, à plus long terme, l'expérimentation du bilan alimentaire sur le terrain permettra d'argumenter sur les écarts obtenus entre les valeurs issues de la caractérisation, des valeurs de référence du CRAAQ et du bilan alimentaire. La nécessité qu'un comité se penche sur ces différences de valeurs motivera la recherche nécessaire à la détermination des écarts qui seront acceptables.

L'agronome qui agit comme conseiller d'une entreprise agricole doit exercer son jugement professionnel tout au long des étapes du bilan alimentaire. En discutant avec son client, il pourra accompagner le producteur agricole dans la réalisation de la démarche agroenvironnementale de l'entreprise.

Documents en ligne

1. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). *Charges fertilisantes des effluents d'élevage. Valeurs fertilisantes*. Janvier 2005. http://pub.craaq.qc.ca/transit/validees/tdm.pdf (consulté 2005/11)

2. Ordre des agronomes du Québec. *Grille de référence pour la préparation, la mise à jour et le suivi du plan agroenvironnemental de fertilisation. 2004-2005*. http://www.oaq.qc.ca/Lignes_Grilles_Avis/Grille_préparation_suivi_MAJ_PAEF.pdf (consulté 2005/11)

3. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. *Bilan de phosphore*. 2002. http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/index.htm (consulté 2005/11)

4. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. *Règlement sur les exploitations agricoles (REA)*. 2002. http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/index.htm (consulté 2005/11)

5. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. *Modifications réglementaires du REA* (en vigueur le 19 octobre 2005). http://www.mddep.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/index.htm (consulté 2005/11)

6. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). *Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA)*. 2004. http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/md/Formulaires/plan+accompagnement.htm (consulté 2005/11)

7. Ministère de l'Écologie et du Développement durable en France. Comité d'orientation sur les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (CORPEN). *Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des porcs - Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites*. 2003. http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/CORPEN/Rapport_Corpen_Porc_Juin2003.pdf (consulté 2005/11)

Références

CRAAQ // 2003. Protocoles d'échantillonnage des engrais de ferme. 13 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC // 2002. Règlement sur les exploitations agricoles.

ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC ET UNIVERSITÉ LAVAL // 2003. Préparation d'un PAEF ou d'un PAEV dans un contexte agroenvironnemental. Notes de cours.

Annexe 4.1

REGISTRE D'ÉPANDAGE

RECEVEUR	FOURNISSEUR
NOM : MADAME BRIN DE FOIN	NOM : MONSIEUR CHEPTEL
ADRESSE :	ADRESSE :
MUNICIPALITÉ :	MUNICIPALITÉ :
CODE POSTAL :	CODE POSTAL :

DATE D'ÉPANDAGE (JJ/MM/AA)	MUNICIPALITÉ, LOT, PARCELLE NUMÉRO AU PLAN DE FERME	CULTURE	SUPERFICIE (HA)	TYPE D'ENGRAIS	QUANTITÉ		QUANTITÉ	TOTALE	
					N (KG/HA)	P_2O_5 (KG/HA)	(GALLON/ACRE)	GALLON	M^3
14/05/05	ST-FOIN, LOT1, PARCELLE 1À 10	MGR	52,3	LISIER DE PORC	48	58	VOIR PAEF	299 200	1 360
14/05/05	ST-FOIN, LOT1, PARCELLE 1À 10	MGR	52,3	ENGRAIS	132				
							TOTAL GÉRÉ :	1 360	

RÉALISÉ LE : **SIGNATURE DU RECEVEUR :**

1 : m3 = 220 gallons/1 ha = 2,47 acres/1 arpent = 0,845 acres

Annexe 4.2

ANALYSE DE LISIER EN ENGRAISSEMENT

PARAMÈTRE	ENGRAIS ORGANIQUE
MATIÈRE SÈCHE	3,3 %
N TOTAL	4,36 KG/T
P TOTAL	1,27 KG/T
P TOTAL EN P_2O_5	2,9 KG/T
K TOTAL	2,56 KG/T
K TOTAL EN K_2O	3,08 KG/T

Annexe 4.3

MISE À JOUR DU BILAN DE PHOSPHORE

CHARGE DE PHOSPHORE À GÉRER PAR L'ENTREPRISE SANS SOL (FINISSEUR)		
1. CHARGE DE PHOSPHORE	**KG P_2O_5**	
VALEURS DE RÉFÉRENCE DU CRAAQ (VOLUMES, ANALYSE DE LISIER, U.I.)	4 418[1]	
BILAN ALIMENTAIRE (RAMENÉ SUR 365 JOURS)	5 133	
2. CHEPTEL CONSIDÉRÉ	**CERTIFICAT D'AUTORISATION**	**INVENTAIRE 2005**
PORCS À L'ENGRAISSEMENT	1 100	1 067
PORCS À L'ENGRAISSEMENT (100 % TRÉMIES-ABREUVOIRS)		
3. VOLUME CONSIDÉRÉ	**M^3**	
VALEURS DE RÉFÉRENCE CRAAQ	1 921 M^3 DE LISIER[2]	
REGISTRE D'ÉPANDAGE/EXPÉDITION	1 700 M^3 DE LISIER	
AUTRE AJUSTEMENT	—	
4. CONCENTRATION DE PHOSPHORE CONSIDÉRÉE	**KG P_2O_5/M^3**	
ANALYSE LISIER/FUMIER	2,9	
5. ENGRAIS MINÉRAUX	**KG DE P_2O_5**	
	0	
6. AUTRE IMPORTATION	**(LISIER/FUMIER OU AUTRE)**	
LISIER, FUMIER OU AUTRE	0	
7. CHARGE TOTALE	**KG P_2O_5**	
FUMIER + LISIER + ENGRAIS	4 930[3]	
8. CAPACITÉ DE RÉCEPTION	**KG P_2O_5**	
TERRES EN ENTENTE (Nº 1) (ATTESTATION AGRONOME DU RECEVEUR)	1 500	
TERRES EN ENTENTE (Nº 2)	0	
TERRES EN ENTENTE (Nº 3)	2 000	
9. BILAN DE PHOSPHORE	**KG P_2O_5**	
	1 430	
10. RATIO DE DISPOSITION	**%**	
	71	
11. DÉMARCHE AGROENVIRONNEMENTALE		
RESPECT DU CHEPTEL :	OUI	
TERRES SUPPLÉMENTAIRES :	À PRÉVOIR ET REVOIR LA RÉGIE DU TROUPEAU	
SIGNER DES ENTENTES D'ÉPANDAGE :	À PRÉVOIR (NOUVELLE)	
REGISTRE D'ÉPANDAGE :	MESURE DES VOLUMES À LA FOSSE ANNUELLEMENT	
ANALYSE DE LISIER :	SELON LE PROTOCOLE, ANNUELLEMENT	
CONFORMITÉ (NORME PHOSPHORE) :	DOIT DISPOSER DE 75 % EN 2008	
AVIS DE PROJET, DEMANDE CA OU AUCUNE :	AUCUNE	

1 : 1 921 m^3 x 2,3 kg de P_2O_5 /m^3
2 : 1 067 porcs x 1,8m^3/porc (unité inventaire)/an
3 : 1 700 m^3 x 2,9 kg de P_2O_5 /m^3